

Bericht des Naturwissenschaftlichen
(früher zoologisch-mineralogischen) Vereins zu Regensburg
(XIX. Heft für die Jahre 1928/1930)

KEPLER-FESTSCHRIFT

I. TEIL

Mit XXVIII Tafeln
und 37 Abbildungen im Text

REGENSBURG 1930

DRUCK DER GRAPHISCHEN KUNSTANSTALT HEINRICH SCHIELE ZU REGENSBURG

JOHANNES KEPLER

DER KAISERLICHE MATHEMATIKER

Gestorben in Regensburg am 15. November 1630

„Ab omnibus doctis inter principes Astronomiae numeratus“
„Von allen Gelehrten unter die Fürsten der Astronomie gezählt“
Aus Kepler's Grabinschrift 1630

Zur Erinnerung an seinen Todestag vor 300 Jahren

im Auftrage des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Regensburg

und des

Historischen Vereins der Oberpfalz und von Regensburg

herausgegeben von

PROF. DR. KARL STÖCKL

Mit XXVIII Tafeln

und 37 Abbildungen im Text

BIO I 90.681/19

010
GD. Landammuseum
Biologiezentrum

Inv. 2000/14, 209

REGENSBURG 1930

DRUCK DER GRAPHISCHEN KUNSTANSTALT HEINRICH SCHIELE ZU REGENSBURG

Gedruckt mit Unterstützung
des Bayerischen Staatsministeriums für Unterricht und Kultus,
der Regierung der Oberpfalz und von Regensburg, der Stadt Regensburg,
der Stadt Weiden, der Deutschen Akademie (Freundeskreis Regensburg),
mehrerer Industrieller der Oberpfalz und von Niederbayern,
verschiedener Kepler-Verehrer, sowie der Carl Zeiß-Werke in Jena,
welche letztere die Bildstöcke der Kepler-Bilder stifteten.



Phot. Karl Stöckl jr., Regensburg

Tafel I.

Johannes Kepler

Büste im Denkmal zu Regensburg
von Prof. Döll-Gotha 1808.

VORWORT.

Die Generalversammlung des Naturwissenschaftlichen Vereins Regensburg beschloß am 5. Februar 1929, die Erinnerung an Keplers Hinscheiden in Regensburg vor 300 Jahren feierlich zu begehen. In Aussicht wurde genommen:

1. ein Huldigungsakt vor dem Regensburger Kepler-Denkmal, das ja nach der Absicht des Erbauers, Fürstprimas von Dalberg, als Keplers Kenotaph angesehen werden soll;
2. ein Huldigungsakt im altehrwürdigen Reichssaal der Stadt Regensburg — also dort, wo einstmals Kepler selbst im Gefolge des Kaisers Matthias erschienen war, um die Einführung des Gregorianischen Kalenders durchzusetzen, und wo er im Jahre 1630 die endgültige Regelung seiner Gehaltsansprüche zu erlangen hoffte;
3. ein Huldigungsakt vor der Kepler-Büste in der Walhalla, dem Ehrentempel der Großen unseres Vaterlandes — an jener Stätte, die jedem Deutschen heilig sein muß;
4. die Herausgabe einer Festschrift, welche Keplers unsterbliche Verdienste um die Entwicklung der Astronomie, um die Entwicklung der modernen Naturwissenschaften darlegt.

Für die erfolgreiche Durchführung der Kepler-Huldigung war es von der allergrößten Bedeutung, daß Herr Geheimer Rat D. R. W A L T H E R V O N D Y C K (München, Technische Hochschule), der erfolgreiche Keplerforscher, der begeisterte Keplerverehrer, an die Spitze des vorbereitenden Ausschusses trat. Seinem hervorragenden Organisations-talent ist es vor allem zu danken, daß das Fest einen so harmonisch schönen Verlauf nahm.

Der Naturwissenschaftliche und der Historische Verein von Regensburg sprechen auch an dieser Stelle Allen, welche durch ihr Entgegenkommen, durch ihre Mithilfe und ihre Beteiligung die Huldigungsfeier ermöglicht und zu ihrem Gelingen beigetragen haben, aufrichtigen Dank aus.

Dieser Dank gilt im besonderen der hohen Bayerischen Staatsregierung, der Regierung der Oberpfalz und von Regensburg, dem Hochwürdigsten Herrn Bischof von Regensburg und dem Stadtrate Regensburg. Er gilt der Reichsregierung, der Württembergischen Staatsregierung wie der Regierung des Bundesstaates Österreich, welche ihre Vertreter zu der Feier entsandt haben, den gelehrten Körperschaften, den deutschen Universitäten und Hochschulen, welche nahezu vollzählig durch ihre Rektoren und Fachvertreter sich beteiligt haben, dem Rektor der deutschen Universität Prag, sowie Fachgenossen Schwedens und der Schweiz. Wir danken dem Präsidenten der Notgemeinschaft als dem Förderer aller wissenschaftlichen Arbeit und wir danken allen Freunden der Wissenschaft,

die in großer Zahl zur Feier gekommen waren, zu denen wir neben den Nachkommen der Familie Kepler auch die Bürgermeister der Städte zählen durften, in welchen Keplers Leben sich abspielte.

Die Regensburger Katholischen Studentenverbindungen „Agilolfia“ und „Ratisbona“ beteiligten sich in voller Wids an den Feierlichkeiten und trugen zur Verherrlichung des akademischen Festes nicht wenig bei.

Befonderen Dank verdient der Vorstand des Regensburger Reisebüros, Herr Richard Becker, welcher sich trotz seiner sehr schweren Kriegsbefchädigung mit ganzer Hingebung der Vorbereitung und der Durchführung der Feier widmete.

Die Mitarbeiter der vorliegenden Festschrift haben in entgegenkommendster Weise ohne alle Honoraranprüche ihre Abhandlungen zur Verfügung gestellt. Hiefür sei ihnen allen herzlichst gedankt, ebenso auch allen denjenigen, welche unsere Bestrebungen durch freiwillige Geldspenden oder durch sonstige Unterstützung förderten.

*

Herr Hauptkonservator Dr. Rothenfelder (Bibliothekar am Germanischen Museum Nürnberg) hat in einer umfangreichen Arbeit die Bibliographie: 1. der Werke Keplers, 2. der Werke über Kepler zusammengestellt. Die geringen Geldmittel, welche augenblicklich zur Verfügung stehen, ermöglichen es leider nicht, daß diese Arbeit in vorliegendem Bande abgedruckt wird; dieselbe soll möglichst bald in einem weiteren Bande der Veröffentlichungen des Naturwissenschaftlichen Vereins Regensburg als II. Teil dieser Kepler-Festschrift erscheinen.

*

Herr Geheimrat Universitätsprofessor DR. MAX WOLF, der erste Vorsitzende der Astronomischen Gesellschaft, der Vorstand der so erfolgreichen Sternwarte Heidelberg-Königtstuhl, hat die Erinnerung an die Kepler-Feier in Regensburg 1930 verewigt, indem er zwei in Heidelberg entdeckte Planetoiden mit den Namen „Kepler“ und „Ratisbona“ belegte. Für diese hohe Auszeichnung sei Herrn Geheimrat auch an dieser Stelle der wärmste Dank ausgesprochen.

*

Das Naturgemäße wäre es gewesen, die Gedächtnisfeier am 15. November 1930 zu begehen — dem Tage, an dem der Todestag des großen Mannes zum 300. Male sich jährte. Die Unbilden der Witterung aber, welche um diese Jahreszeit zu erwarten waren, ließen eine Vorverlegung als wünschenswert erscheinen; deshalb wurde beschloffen, die Feier Ende September zu begehen, also etwa um die Zeit, da Kepler vor 300 Jahren seinen beschwerlichen Ritt nach Regensburg von Sagan in Schlefien aus antrat, wo er damals in der Residenz Wallensteins wirkte.

NATURWISSENSCHAFTLICHER HISTORISCHER VEREIN
VEREIN REGENSBURG E.V. D.OBERPALZ U.V. REGENSBURG

Stud.-Prof. Dr. Max Priehäuser, Oberstudienrat Dr. Herm. Nestler,
Voritzsender. 1. Voritzsender.

Stud.-Prof. Paul Schulz, Oberarchivrat Dr. Rud. Freytag,
Schriftführer. 2. Voritzsender, Schriftführer.

EINLEITUNG.

Den Sockel, auf welchem *Keplers* Büste im hiesigen Denkmal steht, schmückt ein sinnreiches Relief¹ — ein Meisterwerk des berühmten Bildhauers *Dannecker*, des Schöpfers der weltberühmten *Ariadne*, des Freundes von *Schiller*: *Keplers* Genius hebt den Schleier vom Antlitze der bis dahin verhüllten Sternenkönigin, der *Urania*. Eine geistreiche Darstellung von *Keplers* gewaltigen Taten, ein feines künstlerisches Sinnbild des großen Lebenswerkes des Meisters! *Keplers* Genie hat der Menschheit zum erstenmal die wirklichen Gesetze der Planetenbewegung, die Geheimnisse des gestirnten Himmels enthüllt. Er hat damit eine Aufgabe gelöst, welche selbst die erleuchtetsten, größten Geister der früheren Zeiten nicht zu Ende führen konnten. Versucht hatten's ja schon viele: die alten Priester-Astronomen auf den Tempeltürmen des Zweistromlandes und die aufmerksamen Beobachter an den Ufern des Nil und des Ganges, die *Pythagoreer* und die großen Gelehrten der alexandrinischen Schule; so mancher Denker des Mittelalters bis herauf zu *Nikolaus Cusanus*, dem berühmten deutschen Kardinal, und bis zu *Nikolaus Kopernikus*.

Die vollständige Lösung des geheimnisreichen Problems ist aber erst *Keplers* Geisteskraft gelungen. Er hat jene Aufgabe wirklich gelöst, an welcher alle die forschenden Geister der vorhergehenden Jahrhunderte und Jahrtausende sich vergebens versucht hatten; er ist größer als alle seine großen Vorgänger; er überragt sie alle.

Auf Grund der sehr genauen Marsbeobachtungen von *Tycho Brahe* konnte *Kepler* durch eine geniale Triangulation am Himmel den endgültigen Nachweis erbringen, daß die Bahn der Planeten eine Ellipse ist und nicht ein Kreis, wie alle früheren Denker als ganz selbstverständlich angenommen hatten — auch diejenigen, die schon so tief in die Geheimnisse des Weltalls eingedrungen waren, daß sie bereits die Sonne in die Mitte des Alls setzten, wie *Aristarch* von *Samos* um 250 v. Chr. und wie *Kopernikus*.

Die Auffindung der wahren Bahnform der Planeten war eine Tat, groß und folgenreich genug, um diesem geistesgewaltigen Manne für immer einen Ehrenplatz unter den Fürsten der Astronomie zu sichern. *Keplers* Genie hat aber noch andere Großtaten vollbracht, und der Schritt, den er über *Kopernikus* hinaus tat, ist viel bedeutender und folgenreicher als des *Kopernikus* Schritt über *Ptolemäus* hinaus. Er löste seine Aufgaben durch ganz neue Methoden: er brach bewußt mit den traditionellen Anschauungen und verwarf den alten Autoritätsglauben in der astronomischen Forschung; er geht voraussetzungslos an sein Pro-

¹ s. Tafel XIII.

blem heran, nachdem er die früheren Grundlagen als falsch und nicht tragfähig erkannt hatte.

Die Vorgänge am Himmel suchte er als ein mechanisches Geschehen zu begreifen; er wird damit zum Vater des modernen naturwissenschaftlichen Denkens, zum Ahnherrn der modernen Naturwissenschaften: die induktive Methode vor allem ist es, die er bei seinen großen Arbeiten anwendet. Er führte physikalisches Denken in die Astronomie ein; er war der Erste, der eine Himmelsmechanik, eine „Physica coelestis“ schrieb.

Für die mechanische Erfassung der Planetenbewegung erscheint es als ein Riesenfortschritt, daß Kepler den Mittelpunkt des Planetensystems in die Sonne selbst verlegte, während selbst noch ein Kopernikus nicht den Sonnenkörper, sondern einen gedachten, materiellen Punkt — nämlich den Mittelpunkt der Erdbahn — als Mittelpunkt der Welt angenommen hatte.

Seine erdmagnetischen Messungen und Untersuchungen haben ihn zu der Frage geführt: Warum bewegen sich die Planeten? Durch welche Kräfte werden sie gezwungen, um die Sonne zu kreisen? Die Erkenntnis, daß die Erde als ein großer Magnet aufgefaßt werden kann, brachte ihn auf den Gedanken, daß auch die Sonne selbst und die anderen Planeten große Magnetkugeln sein möchten, zwischen denen anziehende Kräfte sich geltend machen, wie er es bei seinen magnetischen Versuchen beobachtet hatte. So entwickelte sich in ihm allmählich die Vorstellung von einer allgemeinen Attraktionskraft zwischen den Himmelskörpern, und er ist der Erste, der bewußt von einer solchen Attraktionskraft spricht. Dieselbe hat auf der Sonne ihren Sitz, die demnach nicht bloß die Quelle des Lichtes, sondern auch die Quelle der Bewegung ist.

Er konnte zeigen, daß diese Kraft mit wachsender Entfernung abnimmt, und er konnte wenigstens auf die Wahrscheinlichkeit hinweisen, daß diese Abnahme mit dem Quadrate der Entfernung erfolgt. Auch über den Einfluß der Massen der Himmelskörper stellte er Betrachtungen an und kam zu der Erkenntnis, daß die Körper sich gegenseitig im Verhältnis ihrer Massen anziehen. In seinen Schriften, vorab in seinem Hauptwerke, der „Astronomia Nova“, die wirklich eine neue Astronomie begründet, finden sich demnach bereits die wesentlichsten Grundzüge des allgemeinen Gravitationsgesetzes.

Nichts kann uns Keplers Bedeutung mehr zum Bewußtsein bringen, als wenn wir das Weltbild, welches er hier in hartnäckiger, langjähriger Arbeit entwickelte, mit jenem vergleichen, in welches ihn einstmals sein Lehrer Mästlin in Tübingen eingeführt hatte — das Weltbild, das in der einen oder anderen Abart bis dahin ganz allgemein herrschte und welchem er in seinem Erstlingswerke „Mysterium Cosmographicum“ selbst noch gehuldigt hatte: das frühere Weltbild mit seinen Kristallphären, welche die Planeten tragen, und mit seinen Epicykeln, die alten Vorstellungen Platos von der Weltseele — das alles war eben etwas ganz, ganz anderes als das moderne Weltbild, welches dieser geniale Mann entwarf: Frei im Raume sich webende Planetenkugeln,

deren Bewegungen um die Sonne von einer allgemeinen Attraktionskraft beherrscht werden, die auf der Sonne ihren Sitz hat.

Was er in diesem Werke geschaffen, wird für alle Zeiten die Grundlage der rechnenden, der theoretischen Astronomie bilden; es wird für immer zu den größten und folgenreichsten Denkmälern menschlicher Forstchertätigkeit gehören. Und noch eines! Bei der Entdeckung aller dieser großen Zusammenhänge spielte der Zufall nirgends auch nur die mindeste Rolle — nur selbständiges, vorurteilsfreies Denken und Forstchen, nie rastender Fleiß, kein Nachgeben auch bei den allergrößten Schwierigkeiten ließ Kepler diese wunderbaren Wahrheiten finden.

In der Geschichte der Mathematik wird Keplers Name stets zu den Großen gerechnet werden, welche die Grundlagen der modernen Mathematik schufen. Die Durchführung seiner vielen astronomischen und stereometrischen Rechnungen stellte ihn häufig vor Probleme, welche nur durch selbstgeschaffene neue Methoden gelöst werden konnten, die bereits der Infinitesimalrechnung angehören; zur Entwicklung der Integralrechnung hat er sehr viel beigetragen; eine Reihe von Methoden der Rechnung mit unendlich kleinen Größenänderungen sind von ihm.

Ein seltenes Raumschauungsvermögen, das ihn viel Neues finden ließ, erleichterte ihm die Lösung geometrischer und stereometrischer Aufgaben.

Das Rechnen mit Logarithmen und die Herstellung von Logarithmentafeln wurde durch sein mathematisches Genie um ein Bedeutendes vorwärts gebracht.

Sein univ erseller Geist hat viele Zweige der Physik auf das nachhaltigste beeinflusst, vor allem die Optik. Er war der Erste, der eine brauchbare Theorie des Fernrohrs entwickelte; er entwarf eine ganz neue Fernrohrart, die heute noch seinen Namen trägt — das Kepler'sche Fernrohr, das auf allen Sternwarten zur Erforschung des Aufbaues der Welt dient. Diese Tat hat Dannecker im Sockel des Regensburger Denkmals verewigt: Die Sternenkönigin reicht dem Genius Keplers den Tubus (Tafel XIII).

Und noch eines: Kepler war groß nicht nur als Forscher, er war auch groß als Mensch und Dulder, groß als Vaterlandsfreund! Sein Wirken fällt in eine Zeit, in der wülfte innere Kämpfe unser armes Vaterland zerfleischten. In Wort und Schrift tat er alles, um zur inneren Eintracht zu mahnen. Er war bemüht, die schweren Gegensätze auszugleichen, wo nur immer er konnte.

Andersdenkenden gegenüber war er von einer Duldsamkeit, die in jenen traurigen Zeiten nirgends ihresgleichen findet. Er suchte die Zwietracht zu bannen und die Deutschen zu einen. In seinen Schriften finden wir so mancherlei Anklänge an die Worte des Schöpfers von Deutschlands Ehrentempel, der Walhalla, wo Keplers Büste jetzt thront.

Das wunderfame Schwabenland hat dem deutschen Volke phantasievolle, sprachgewaltige Dichter geschenkt und große, scharfsinnige Denker:

einer ihrer allergrößten aber ist Kepler — ein überragender Naturforscher, ein merkwürdiger Idealist gleichzeitig. In seiner Brust wohnten wirklich zwei Seelen: die eines tiefinnerlichen Mystikers, der auf den Pfaden der alten Pythagoreer wandelnd den Harmonien im All nachspürt, und die eines kritischen Naturforschers von gewaltiger Denkkraft, von treffendem Scharffinn, heller Anschauung, nie erlahmender Schaffenskraft und wunderbar ahnendem Intuitionsvermögen — ein innerlicher Schauer der großen Zusammenhänge in der Natur.

In dieser glückhaften Vereinigung mag wohl die Größe Keplers begründet sein — des Vaters der modernen Astronomie, des Schöpfers der Himmelsmechanik, der die Methoden der modernen induktiven Forschung zum ersten Male in bewundernswerter Virtuosität handhabte.

Keplers Eltern waren beide sehr sensible, lebhafte und leidenschaftliche Menschen; ihre erste Liebe schenkte dem deutschen Volke, schenkte der ganzen Menschheit den großen, geistesgewaltigen Denker, von dem der Dichter einstens die Worte sang, mit denen wir in der Kindheit feligen Tagen aus dem Munde unserer lieben Mutter zum erstenmal von jenem großen Himmelsforscher hörten:

„So hoch ist noch kein Sterblicher gestiegen, wie Kepler stieg.“

DIE HULDIGUNGSFEIER IN REGENSBURG

AM 24. UND 25. SEPTEMBER 1930.

Ende Juli 1930 lud Herr Geheimer Rat Dr. Walther von Dyck zur Gedächtnisfeier mit folgendem Rundschreiben ein:

EINLADUNG ZUR KEPLER-GEDÄCHTNISFEIER IN REGENSBURG

AM 24. UND 25. SEPTEMBER 1930

Am 15. November dieses Jahres wird zum dreihundertsten Male der Tag wiederkehren, an dem JOHANNES KEPLER in Regensburg aus dem Leben geschieden ist.

Die Stadt Regensburg will dieses Gedächtnis in ihren Mauern feiern zum Ruhm des großen Mannes, der der Welt die Gesetze der Planetenbewegung erschlossen hat.

Mehr wie je bedarf das Deutsche Volk in feiner gegenwärtigen Not des Aufblicks zu feinen großen Männern, die ihm durch ihr Lebenswerk, durch ihren aufrechten, freien Bekennermut, durch ihr edles Menschentum Vorbild und Ansporn sein können. Und ein solcher Mann war Kepler.

Wir laden zur Keplerfeier nach Regensburg ein, als zu einem Gedenktag des ganzen Deutschen Volkes.

Mit Rücksicht auf die Jahreszeit ist die Feier auf den 24. und 25. September festgesetzt worden.

Das Ehrenpräsidium bildeten die Herren:

Dr. Heinrich Held,
Ministerpräsident des Freistaates Bayern.

Dr. Bazille,
Württ. Kultminister.

Dr. von Srbik,
Osterr. Bundesminister
für Unterricht.

Dr. Goldenberger,
Bayer. Staatsminister
für Unterricht und Kultus.

Dr. Hipp,
Oberbürgermeister
der
Kreishauptstadt Regensburg

Dr. Buchberger,
Bischof von Regensburg.

von Rücker,
Präsident der Regierung
der
Oberpf. u. v. Regensburg.

Der Haupt- und der Ortsausschuß setzte sich folgendermaßen zusammen:

Geheimer Rat Prof. Dr. V O N D Y C K, Techn. Hochschule, München,
Vorsitzender des Hauptausschusses.

Rechtsk. Bürgermeister der Kreishauptstadt Regensburg H E R R M A N N,
Vorsitzender des Ortsausschusses.

Prof. Dr. A u b i n, Rekt. magn. d. Univ. Halle-Wittenberg — Präsident
Dr. v o n B ä l z, Stuttgart — Ministerialrat Dr. B a u e r, Stuttgart —
Dr. B a u e r s f e l d, Direktor der Zeißwerke, Jena — Prof. Dr. B a u f
f i n g e r, Dir. d. Univ.-Sternwarte, Leipzig — B e c k e r, Vorstand des
Verkehrsb. Regensburg — Prof. Dr. B e i t z k e, Rekt. magn. d. Univ. Graz
— Syndikus Dr. Dr. B i n g o l d, Regensburg — Konservator Dr. B o l l,
Regensburg — Präsident B r a c h e r, Vorst. d. Württ. Min.-Abt. für die
höheren Schulen, Stuttgart — Prof. Dr. B r i l l, Univ. Tübingen — Prof.
Dr. C a s p a r, Stuttgart — Prof. Dr. D a c h s, Hochsch. Regensburg — Geh.
Rat Dr. v o n D o n l e, Regensburg — Geh. Rat Prof. Dr. E i c h m a n n,
Rekt. magn. d. Univ. München — Prof. Dr. E n g e r t, Rekt. d. Hochsch.
Regensburg — Prof. Dr. F i t t i n g, Vorf. d. Gef. Deutsch. N. u. A.,
Univ. Bonn — Prof. Dr. F l e i s c h e r, Rekt. magn. d. Univ. Erlangen —
Oberstadtschulrat Dr. F r e u d e n b e r g e r, Regensburg — Ministerialrat
F r e i t a g, München — Oberarchivrat Dr. F r e y t a g, Regensburg —
Prof. Dr. G e r l a c h, Univ. München — Bürgermeister G r u b e r, Linz
— Oberstudiendirektor Dr. H i r m e r, Regensburg — Geh. Rat Prof.
Dr. H o f i u s, Rekt. magn. d. Univ. Würzburg — Oberregierungsrat
J u n g, Stuttgart — Geh. Rat Dr. K e r f c h e n s t e i n e r, Univ. München
— Oberstudiendirektor Dr. K i n a t e d e r, Regensburg — Erster Bürger-
meister Dr. K o l b e, Sagan — Staatsrat Dr. K o r n, am Min. f. U. u. K.,
München — Prof. Dr. L i t t m a n n, Rekt. magn. d. Univ. Tübingen —
Ministerialrat Dr. L ö f f l e r, Stuttgart — Prof. Dr. L u d e n d o r f f,
Dir. d. Astrophys. Observ., Potsdam — Ministerialdirektor M e y d i n g,
Kultmin., Stuttgart — Exz. Geh. Baurat Dr. v o n M i l l e r, Vorst. des
Deutsch. Mus., München — Erster Bürgermeister M u c h i t s c h, Graz —
Geh. Rat Prof. Dr. v o n M ü l l e r, Präsident der Deutsch. Akad., Univ.
München — Ministerialrat Dr. M ü l l e r, München — Prof. Dr. N ä g l e,
Rekt. magn. d. Univ. Prag — Oberstudienrat Dr. N e s t l e r, Vorst. des
Hist. Vereins, Regensburg — Geh. Rat Prof. Dr. O f f a n n a, Rekt. magn.
d. Techn. Hochsch. München — Studienprof. Dr. P r i e h ä u ß e r, Vorst.
d. Naturwiss. Vereins, Regensburg — Hauptmann a. D. R a t h, Regens-
burg — Direktor Dr. R a u f f e, Regensburg — Oberregierungsrat R e i ß,
Regensburg — Dr. v o n R o h r, Univ.-Prof., Jena — Dr. R o t h e n-
f e l d e r, Nürnberg — Prof. Dr. R o t h m u n d, Rekt. magn. d. Techn.
Hochschule Stuttgart — Studienrat R u h l, Regensburg — Exz. Staats-
minister Dr. S c h m i d t - O t t, Präf. d. Notgem. d. Deutsch. Wiss., Berlin
— Oberbaudirektor S c h i p p e r, Regensburg — Bürgermeister S c h ü t z,
Weilderstadt — Studienprof. S c h u l z, Regensburg — Oberbürgermeister

Dr. Sch w a m m b e r g e r, Ulm — Geh. Rat Prof. Dr. S c h w a r t z, Präf. d. Akad. d. Wiss., Univ. München — Oberstudiendir. Dr. S e i d l, Regensburg — Prof. Dr. S t ö c k l, Hochschule Regensburg — Prof. Dr. S t r ö m g r e n, Vorf. der Afr. Gef., Univ. Kopenhagen — Prof. Dr. T i l l m a n n, Vorf. d. Verb. d. Deutsh. Hochsch., Univ. Bonn — Oberstudiendirektor Dr. W i e l e i t n e r, Honorarprofessor an der Univ. München — Oberstudiendirektor Dr. W i l d e r m u t h, Stuttgart — Prof. Dr. W i l k e n s, Dir. d. Sternwarte, Univ. München — Prof. Dr. W o l f, Dir. der Sternwarte Königstuhl, Univ. Heidelberg, Präsident der Astronomischen Gesellschaft — Prof. Dr. Z i n n e r, Direktor der Reimis-Sternwarte, Bamberg.

Der Einladung waren als offizielle Gäste gefolgt:

A h l e, cand. med., als Vertreter der Studentenschaft der Univ. München
A n d r é e, Prof. Dr., als Rektor der Universität Königsberg
A n g e r e r, Prof., Realgymnasium, Nürnberg
A r c h e n h o l d, Prof. Dr., als Leiter der Sternwarte Treptow
A t t e n b e r g e r, Gendarmerie-Hauptmann, Landespolizei, Regensburg
B i e n d l, Direktor, Walhalla-Werke, Regensburg
B a u f c h i n g e r, Prof. Dr., Direktor der Universitätssternwarte Leipzig,
Rendant der Astronomischen Gesellschaft, Leipzig
B a u f c h i n g e r, Bauassessor, Regierung, Regensburg
B a z i l l e, Kultminister Dr., für das Württemb. Gesamtministerium,
Stuttgart
B e c k e r, Vorstand des Reife-Büros, Regensburg
B e r n r e u t h e r, Polizeidirektor, Polizei-Direktion, Regensburg
B i n g o l d, Syndikus Dr. Dr., Handelskammer, Regensburg
B l e y e r, Staatsrat, Staatsministerium des Innern, München
B ö g e h o l d, Dr., Wissenschaftlicher Mitarbeiter der Carl Zeiß-Werke,
als Vertreter der Carl Zeiß-Werke, Jena
B ö h m, Prof. Dr., Universität München
B o l l, Dr., Konservator, Regensburg
B r e n d l, Regierungsrat, Polizeidirektion, Regensburg
B u c h b e r g e r, Dr., Bischof von Regensburg
B ü h l e r, Dr., Leiter des Planetariums Stuttgart
B u m k e, Geh. Rat Prof. Dr., als Prorektor der Universität München
B u r g e r, Regierungsdirektor, Oberversicherungsamt, Regensburg
C a s p a r, Prof. Dr., Stuttgart-Cannstatt, Übersetzer von Keplers „My-
sterium Cosmographicum“ und „Astronomia Nova“ und Mitheraus-
geber der Kepler-Briefe, Cannstatt
C e t t o, Kommerzienrat, Kalkwerke, Saal a. D.
C h a r l i e r, C. V. L., Prof. Dr., als Dir. der Sternwarte Lund (Schweden)
D e y m a n n, Dr., Bankdirektor, Regensburg
D i n g l e r, Prof. Dr., Universität München
D o n l e, Dr. v., Geheimer Rat, Generaldirektor des Bayr. Lloyd, Präsident
der Industrie- und Handelskammer, Regensburg

D ü n n b i e r, Oberregierungsrat, Regensburg
 D y c k, Geheimer Rat Prof. Dr. von, Technische Hochschule, als Sekretär
 der Mathem.-Naturwiss. Klasse der Bayer. Akad. der Wissenschaften,
 zugleich für den Vorstand des Deutschen Museums, Mitherausgeber der
 Kepler-Briefe, München
 E h r h a r d t, Rechtsrat, Regensburg
 E i ß f e l d t, Prof. Dr., als Prorektor der Universität Halle-Wittenberg
 E n g e r t, Prof. Dr., als Rektor der Bayr. Phil.-Theol. Hochschule Re-
 gensburg
 E s c h e n b a c h, Frl., München
 F a b e r, Geh. Rat Prof. Dr., Technische Hochschule München
 F a c k l e r, Redakteur, München
 F a l k e, Geh. Rat Prof. Dr., als Rektor der Universität Leipzig
 F a l k e, Direktor, Reichsbank, Regensburg
 F e l d k e l l e r, Dr., Schönwalde
 F l e i s c h e r, Geh. Rat Prof. Dr., als Rektor der Universität Erlangen
 F r e u d e n b e r g e r, Oberstadtschulrat Dr., Regensburg
 F r e y t a g, Oberarchivrat Dr., Vorstand der Fürstl. Thurn und Taxischen
 Hofbibliothek, Regensburg
 F ü r n r o h r, Regierungsrat, Regensburg
 F u l d n e r, Generaldirektor, Fa. Gebr. Baufcher A.-G., Weiden
 G e h r i g, Studienrat, Weil der Stadt
 G e r l a c h, Prof. Dr., Universität München
 G i e r l i c h s, Referendar, als Vertreter des Allgem. Studentenausschusses
 Berlin und Leiter des Auslandamtes der Deutschen Studentenschaft,
 Berlin
 G ö t z, Oberstudiendirektor, Oberrealschule Ingolstadt
 G o l d e n b e r g e r, Staatsminister Dr., München
 G o l l e r, Oberstudiendirektor Dr., Altes Realgymnasium München
 G r a f f, Prof. Dr., Direktor der Universitätsfernwarte Wien, als Ver-
 treter der Akademie der Wissenschaften zu Wien sowie des Akadem.
 Senats und der philosophischen Fakultät der Universität Wien
 G r i e s b a c h e r, Prälat, Komponist der Motette: „Mensus eram coelos“,
 Regensburg
 G ü n t h e r, Geh. Landesökonomierat, Präsident des Kreistages der Ober-
 pfalz und von Regensburg, Weiden
 H a b b e l Martin, Kommerzienrat, Regensburg
 H a c k e r, Studienrat, Realschule Münchenberg
 H a g e n, Frl. Rosa, Schriftstellerin, Emmendingen
 H a h n, Regierungsdirektor Dr., als Vertreter des Regierungspräsidiums
 der Oberpfalz und von Regensburg, Regensburg
 H a n i e l v o n H a i m h a u s e n, Reichsgesandter, Gesandtschaft des
 Deutschen Reiches in München
 H a r t m a n n, Dr., Vorstand des Planetariums Nürnberg
 H e l d, Ministerpräsident Dr., München
 H e n f e l i n g, Schriftsteller, Vorstand des „Bundes der Sternfreunde“,
 Stuttgart
 H e r r m a n n, rechtsk. Bürgermeister, Regensburg
 H i p p, Dr., Oberbürgermeister der Stadt Regensburg

Hirmer, Oberstudiendirektor Dr., Altes Gymnasium, Regensburg
 Hoehne, Prof. Dr., als Rektor der Universität Greifswald
 Hoffmeister, Dr., Besitzer der Sternwarte Sonneberg
 Honcamp, Prof. Dr., als Vertreter der Universität Rostock
 Hofius, Prof. Dr., als Prorektor der Universität Würzburg
 Huber, Regierungsrat I. Kl. Dr. jur., Landtagsarchiv, München
 Huber, Redakteur, „Regensburger Anzeiger“, Regensburg
 Jepsen, Oberamtmann, Stadtrat, Regensburg
 Kempf, Oberlehrer, Weil der Stadt
 Keppler, G., Oberpostinspektor, ein Verwandter Keplers, der Herausgeber der Familiengeschichte Kepler, Stuttgart
 Keppler, W., Architekt, ein Verwandter Keplers, Stuttgart
 Kienle, Geh. Rat Prof. Dr., Direktor der Universitätssternwarte Göttingen, als Vertreter der Universität Göttingen
 Killermann, Prof. Dr., Phil.-Theol. Hochschule Regensburg
 Kinateder, Oberstudiendirektor Dr., Neues Gymnasium, Regensburg
 Koch, Reichsbahnpräsident, Regensburg
 Kolbe, Dr., erster Bürgermeister der Stadt Sagan
 Kommerell, Prof. Dr., als Vertreter der Universität Tübingen
 Konen, Prof. Dr., als Rektor der Universität Bonn
 Kopff, Geh. Rat Prof. Dr., Direktor des Astronomischen Recheninstituts Berlin, als Vertreter der Universitätssternwarte Berlin
 Krenker, Geh. Rat Prof. Dr., als Rektor der Techn. Hochschule Berlin
 Küfner, Geh. Rat Dr., rechtskundiger Bürgermeister der Stadt München
 Kühn, Privatdozent Dr., Technische Hochschule München
 Kuntzel, Prof. Dr., als Vertreter der Universität Frankfurt a. M.
 Layer, Frä. Frieda, Schwäbische Volkssternwarte, Stuttgart
 LeBlanc, Geh. Rat Prof. Dr., Universität Leipzig, Vorsitz. Sekretär der Sächsischen Akademie der Wissenschaften; als Vertreter der Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften in Leipzig
 Levy, Bezirksrabbiner Dr., Regensburg
 Lindner, Oberstudienrat Dr., Neues Gymnasium, Regensburg
 Link, Oberregierungsrat, Regierung, Regensburg
 Ludendorff, Geh. Rat Prof. Dr., Direktor des Astrophysikalischen Observatoriums Potsdam, Schriftführer der Astronom. Gesellschaft, Sekretär der Akademie der Wissenschaften, Berlin
 Ludwig, Prof. Dr., als Rektor der Technischen Hochschule Dresden
 Lundmark, Prof. Dr., als Direktor der Sternwarte Uppsala (Schweden)
 Majer, Ministerialrat Dr., als Vertreter des Österreichischen Bundesministeriums für Unterricht, Wien
 Mayer, Geh. Rat Prof. Dr., Universität Würzburg
 Mayr, Oberstudienrat Dr., Altes Gymnasium, Regensburg
 Mehling, Oberstudienrat Dr., Realgymnasium, Nürnberg
 Michael, Konrektor, Sagan (Schlesien)
 Moser von Filseck, Geh. Legationsrat, Württembergischer Gefandter in München
 Müller, Ministerialrat Dr., Staatsministerium für Unterricht und Kultus, München

Müller, Geh. Rat Prof. Dr., als Vertreter der Technischen Hochschule
 Hannover
 Naegle, Prof. Dr., als Rektor der Deutschen Universität Prag
 Nestler, Oberstudienrat Dr., Altes Gymnasium; Vorstand des Historischen Vereins, Regensburg
 Neuert, Regierungsdirektor, Kreisregierung, Kammer der Forsten, Regensburg
 Niedrig, Direktor der Tonwarenfabrik Schwandorf
 Oldenbourg, Kommerzienrat, München
 Offanna, Geh. Rat Prof. Dr., als Rektor der Technischen Hochschule München
 Perron, Prof. Dr., Universität München
 Pfeiffer, Frl. Minna, Schwäbische Volkssternwarte, Stuttgart
 Pickel, Syndikus Dr., Handwerkskammer, Regensburg
 Plank, Prof. Dr., als Rektor der Technischen Hochschule Karlsruhe
 Pöllinger, Oberstudiendirektor, Mädchenlyzeum, Regensburg
 Pohl, Geh. Rat Prof. Dr., Universität Göttingen — ein Nachkomme Keplers
 Priehäuser, Prof. Dr., Oberrealschule; Vorstand des Naturwissenschaftlichen Vereins, Regensburg
 Pfchorr, Oberregierungsrat, Regierung, Regensburg
 Rath, Hauptmann a. D., Regensburg
 Ried, Oberregierungsrat, Oberpostdirektion, Regensburg
 Romer, Studienrat, München
 Rothmund, Prof. Dr., als Rektor der Techn. Hochschule Stuttgart
 Ruoff, Stadtbaurat, Regensburg
 Rükervon, Regierungspräsident, Regensburg
 Scharnagl, Oberbürgermeister Dr. h. c., Oberbürgermeister der Stadt München
 Scherer, Prof. Dr., als Vertreter der Bayr. Phil.-Theol. Hochschule Passau
 Schick, Geh. Rat Prof. Dr., Universität München
 Schipper, Oberstadtbaudirektor, Regensburg
 Schmitt-Ott, Exz. Staatsminister Dr., als Präsident der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft, Berlin
 Schindler, Schwäbische Volkssternwarte, Stuttgart
 Schmetzer, Oberbaurat, Regensburg
 Schneider, H., Prof., Oberrealschule Nürnberg
 Schneider, J., Oberstudienrat, Oberrealschule Regensburg
 Schöffler, Prof. Dr., als Vertreter der Universität Köln
 Schöpfer, Schwäbische Volkssternwarte, Stuttgart.
 Schorr, Prof. Dr., Direktor der Sternwarte Hamburg-Bergedorf, als Vertreter der Universität Hamburg
 Schröter, Dr., Solln-München
 Schrol, Privatdozent Dr., Technische Hochschule, München
 Schütz, Bürgermeister von Weil der Stadt, der Geburtsstadt Keplers
 Schulz, Referendar, als Vorsitzender der Deutschen Studentenschaft, Berlin

Schulz, P., Prof., Oberrealschule; Schriftführer des Naturwissenschaftlichen Vereins, Regensburg
 Schwartz, Geh. Rat Prof. Dr., Universität München, als Präsident der Bayer. Akademie der Wissenschaften in München
 Schward, Prof. Dr., Technische Hochschule Hannover
 Schwörer, Geh. Rat Dr., für die Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft, Berlin
 Seidl, Oberstudiendirektor Dr., Oberrealschule, Regensburg
 Seifert, Prof. Dr., Technische Hochschule München
 Siewecke, Kommerzienrat, Tonwarenfabrik, Schwandorf
 Sonntag, Apotheker, Iso-Werk, Regensburg
 Spandöck, Dipl.-Ing., als Vertreter der Studentenschaft der Technischen Hochschule München
 Speifer, Prof. Dr., als Vertreter der Universität Zürich (Schweiz)
 Steinmetz, Dr., Konrektor a. D., Regensburg
 Steinmetz, Prof. Dr., Technische Hochschule München
 Stieler, Redakteur, „Neueste Nachrichten“, Regensburg
 Stöckl, Prof. Dr., Bayr. Phil.-Theol. Hochschule, Regensburg
 Strobel, Dr., München
 Tänzl, Frein von, Dietldorf
 Tefchemacher, Direktor der Oberpfalzwerke, Regensburg
 Tillmann, Prof. Dr., Universität Bonn, als Vorsitzender des Deutschen Hochschulverbandes, Bonn
 Thüring, Dr., Sternwarte München
 Trommsdorff, Oberstudienrat Dr., Oberrealschule Göttingen
 Uhle, Dr. W., Deggau
 Wacker, Prof. Dr., Landwirtschaftliche Hochschule, Hohenheim
 Wagner, Generalsekretär, als Vertreter des Polytechnischen Vereins München
 Weigl, Landgerichtspräsident, Regensburg
 Wild, Forstmeister, Flossenbürg
 Wildermuth, Oberstudiendirektor Dr., Stuttgart
 Wilkens, Prof. Dr., Universität München, als Direktor der Universitätssternwarte München
 Wimmer, Oberstudienrat, Rupprecht-Oberrealschule, München
 Wintgen, Prof. Dr., als Vertreter der Universität Köln
 Wohlfahrt, Oberregierungsrat, Vorstand des Bezirksamts Regensburg
 Wolf, Geh. Rat Prof. Dr., Direktor der Universitäts-Sternwarte Heidelberg-Königsstuhl, als Vertreter der Universität Heidelberg und als Präsident der Astronomischen Gesellschaft
 Wolf, Journalist, „Volkswacht“, Regensburg
 Wolkenstörfer, Dr., Fürth
 Zehler, Polizei-Major, Landespolizei, Regensburg
 Zeller, Studiendirektor, Rottweil
 Zennetti, Prof. Dr., als Rektor der Bayr. Phil.-Theol. Hochschule Dillingen
 Zwick, Rechtsrat, Regensburg

ORDNUNG
DER KEPLER-GEDÄCHTNISFEIER
IN REGENSBURG

AM 24. UND 25. SEPTEMBER 1930.

Mittwoch, 24. September 1930, 18³⁰ Uhr:

Huldigungsakt am Keplerdenkmal.

1. Fanfarenklänge
2. „Gott, du Schöpfer der Welt“, Kinderchor der Singhule Regensburg (Text von Joh. Kepler, Komposition und Leitung von Herrn Direktor Fr. Kattum), Uraufführung
3. Kranzniederlegung am Denkmal durch Herrn Geheimen Rat Professor Dr. von Dyck, München
4. Huldigung durch Schülerinnen des Institutes der Englischen Fräulein
5. „Die Ehre Gottes aus der Natur“ von L. van Beethoven (Männerchor des Singvereins Regensburg; Leitung Dietrich Amende)

Während des Schlußchores Niederlegung weiterer Kränze

20¹⁵ Uhr:

Fest- und Begrüßungsabend im Theateraal
(Neues Haus)

I. Teil

1. Ouvertüre zu „Rosamunde“ von Fr. Schubert
2. Keplers Hymnus an den Schöpfer der Welt (Jova Sator Mundi), in der Verdeutschung von J. G. Herder, vorgetragen von Wolfgang Naaf
3. Vortrag von Herrn Professor Dr. Caspar, Stuttgart
4. „Mensus eram coelos“ (Keplers selbstverfaßte Grabinschrift), Motette für gemischten Chor und Blasorchester (Uraufführung) von P. Griesbacher (Damengesangverein und Regensburger Liederkranz, Leitung Richard L'Arronge)

II. Teil

1. „Kepler und Regensburg“ (Vortrag von Herrn Oberstudienrat Dr. Neftler, dem Vorsitzenden des Historischen Vereins Regensburg)
2. „Kepler und die Naturwissenschaften“ (Vortrag von Herrn Professor Dr. Stöckl, Naturwissenschaftlicher Verein Regensburg)

Donnerstag, 25. September, 10³⁰ Uhr:

Festakt im Reichssaal

1. Fanfarenklänge
2. Festrede des Herrn Univ.-Prof. Dr. Baufchinger, Leipzig
3. Festsprüche von Brahms, achttimmig, gefungen vom Regensburger Domchor unter Leitung von Herrn Domkapellmeister Dr. Th. Schrems

15 Uhr: Huldigungsakt in der Walhalla

1. „Fahr wohl, du gold'ne Sonne“ von L. van Beethoven, Regensburger Solo-Quartett (Herren: Buchner, Diftler, Scheidig, Schleer)
2. Aria von J. S. Bach-Reger, Kammerorchester des Neuen Gymnasiums, Leitung Dietrich Amende
3. Ansprache des Herrn Staatsministers Dr. Goldenberger, München
4. Festgesang von Ch. W. Gluck für gem. Chor der Schüler des Alten Gymnasiums und der Oberrealschule, Leitung Studienrat Röfer

I. HULDIGUNG AM DENKMAL.

Nach der Absicht des Fürstprimas von Dalberg soll das Denkmal gewissermaßen der Ersatz für das zerstörte Grab sein — es soll als Keplers Kenotaph betrachtet werden. Und dieses Denkmal muß jedem Kepler-Verehrer auch deswegen heilig sein, weil es nach einem Entwurfe gebaut ist, den Keplers hoher künstlerischer Sinn für einen Huldigungstempel der großen Astronomen früherer Tage ausgedacht hatte, wie uns das Titelblatt der Rudolphinischen Tafeln zeigt.

An dieser verehrungswürdigen Stätte begann die Huldigungsfeier am Abend des 24. September.

Ein wolkenloser Herbstabend sinkt hernieder auf die schönen Anlagen, welche Regensburg umfäumen. Die hellglänzende Wega steht hoch über dem Denkmal — als himmlische Ehrenwache für den großen Sternenforscher. Feierliches Dunkel liegt über Keplers Kenotaph; nur seine Büste leuchtet auf, von einer unsichtbaren Lampe im obersten Teil der Kuppel erhellt. (Tafel I.)

Fanfaren klingen in die heraufziehende Nacht und verkünden den Beginn der Huldigungsfeier. Eine gewaltige Menschenmenge umgibt in lautlosem, ehrfurchtsvollem Schweigen in weitem Bogen das Denkmal; die Vertreter der Deutschen Universitäten und Technischen Hochschulen in ihren altehrwürdigen Talaren verleihen in diesem mystischen Halbdunkel der Feier einen zauberhaft schönen Glanz.

Es war so recht zum Herzen gehend, als liebe Kinderstimmen jenen herrlichen Jubelhymnus fangen, in welchen Kepler einstmals in heiliger Begeisterung sein Erstlingswerk „Das Weltgeheimnis“ ausklingen ließ:

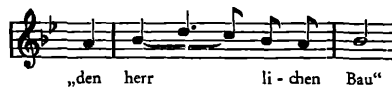
„Gott, du Schöpfer der Welt, unser aller ewiger Herrscher!
Laut erschallet dein Lob ringsum durch die Weite der Erde.
Groß fürwahr ist dein Ruhm; er rauschet mit mächtigen Schwingen
Durch den herrlichen Bau des ausgebreiteten Himmels.“

Meister Kattum hatte diese Verse für die Regensburger Städtische Singschule komponiert.

Nach einem kurzen Vorspiel des Bläserquartetts beginnt der Chor mit dem Motiv:



das in zwei- und dreistimmigem Gefang sich fortsetzt. Nachdem teils verwandte, teils dem Inhalte des Textes charakteristisch sich anpassende Motive Anwendung finden, setzt das Schlußthema ein:



das in Engführung bis zum Schluß eine stetige Steigerung aufweist, als wolle verflucht werden, den „herrlichen Bau des Himmels“ fühlen zu lassen.

Jedem Teilnehmer unvergeßlich wird das Bild bleiben, wie Geheimer Rat Dr. von Dyck in feierlichem Talar als Vertreter der Bayerischen Akademie der Wissenschaften die Stufen des Denkmals emporstieg, um dem unsterblichen Manne feierlich ergreifend die Weiherede zu halten.

*REDE VOM GEHEIMEN RAT PROF. DR. VON DYCK,
MÜNCHEN:*

Wir weihen diese feierliche Stunde dem Gedächtnis an Johannes Kepler, der von Weil der Stadt in Württemberg ausgegangen, im Stift zu Tübingen herangebildet, in Graz, in Prag am kaiserlichen Hof, in Linz, in Ulm, zuletzt in Sagan in höchster Schaffenskraft gewirkt, der vor nun 300 Jahren hier in Regensburg das Zeitliche geegnet hat.

Es ist eine Huldigung, die die Wissenschaft, und die das ganze deutsche Volk einem seiner größten Söhne darzubringen schuldig ist.

Wir huldigen dem genialen Forscher, der im Zeitalter der Erneuerung von Wissenschaft und Kunst den Naturwissenschaften neue Wege der Erkenntnis erschlossen hat, der als erster in seiner Physik des Himmels die Bewegung der Gestirne auf ihre physikalischen Ursachen zurückzuführen suchte, der, ausgehend vom Weltbild des Kopernikus, gestützt auf Tycho Brahes genaueste Messungen am Himmel, in ungeheurer Rechenarbeit die Gesezte der Planetenbewegung aufgestellt hat, die seinen Namen tragen.

Und noch mehr:

Wir huldigen dem edlen, hochgemuten Menschen, der in jener unheilvollen Zeit des hereinbrechenden Dreißigjährigen Krieges emporragt in seiner sittlichen Größe, der das ihm auferlegte schwere Schicksal mit starker Seele trug.

Wer mit aufgeschlossenen Sinnen in Welt und Umwelt Keplers einzufühlen sich bemüht, wird ergriffen von der Hoheit der Gedanken, die sich vor ihm auftun, er gerät in immer neues Staunen vor dem Reichtum der Keplerschen Phantasie, vor der Fülle der Gesichte, die sich ihm zudrängen und die er schaut, er wird gefesselt von der Größe der Probleme, die sich Kepler stellt und um deren Lösung mit heißem Eifer sich zu mühen, er während seines ganzen Lebens als eine von Gott ihm auferlegte Pflicht, als eine ihm von Gott gewährte Gnade empfunden hat.

Innichten der äußeren und inneren Kämpfe, der Irrungen und Wirrungen, die Deutschland in jener gewaltigen und gewalttätigen Zeit zerrissen haben, ja inmitten der Kämpfe selbst, die ihn umringten, bedrängt um seines Glaubens willen, verfolgt von häuslichem Unglück und von schweren Sorgen um die Zukunft ist der überzeugungstreue, gottesfürchtige Mann aufrecht seinen Weg gegangen, ist unbeirrt von Erfolg und Mißerfolg sicheren Schrittes der treibenden Kraft seines Genius gefolgt, um das auf ihm lastende Werk auszuführen.

„Wenn etwas ist gewaltiger als das Schicksal
So ist's der Mut, der's unerfchüttert trägt.“

Wahrlich, Wort und Beispiel von Johannes Kepler sind es wert, vom deutschen Volk erkannt und beherzigt zu werden. In einer Zeit, nicht weniger bedroht von äußeren und von inneren Feinden, nicht weniger bedrängt von Not und Sorge um die Zukunft als es jene vor 300 Jahren war, da tut es not, daß das deutsche Volk sich darauf besinnt, welcher Strom von lebensvoller, lebenspendender Arbeit und von lebendiger Erkenntnis von Männern wie Johannes Kepler ausgegangen ist, welchen Reichtum an ewigen Gütern es in ihnen besitzt.

Goethe zeichnet in feinen Maximen und Reflexionen über Literatur und Ethik mit feinem Verständnis für Keplers Wesen den tiefen Sinn seines Strebens und seiner Sehnsucht mit den Worten:

„Kepler sagte: ‚Mein höchster Wunsch ist, den Gott, den ich im Äußeren überall finde, auch innerlich, innerhalb meiner, gleichermaßen gewahr zu werden.‘ Der edle Mann fühlte, sich nicht bewußt, daß eben in dem Augenblick das Göttliche in ihm mit dem Göttlichen des Univerfums in genauester Verbindung stand.“

Demütig stolz hat Kepler selbst Höhe und Ausgang seines Lebensweges bezeichnet in der Inschrift, die er für sein Grab bestimmte. Fürstprimas von Dalberg, der Schöpfer des Denkmals, das an der Stelle des verschollenen Grabes errichtet ist, hat sie in der Runde dieses Tempels angebracht:

„Mensus eram coelos, nunc terrae metior umbras,
Mens coelestis erat, corporis umbra jacet.“

„Himmel durchmaß mein Geist, nun meß ich das Dunkel der Erde,
Ward mir vom Himmel der Geist, ruht hier der irdische Leib.“

Wir bekränzen das Denkmal mit Lorbeer und mit Blumen, vergänglich, wie alles Irdische vergänglich ist.

Unvergänglich sind die ewigen Gedanken, die die Himmel rühmen.

In einer sinnigen Art brachten Zöglinge des Instituts der Englischen Fräulein ihre Huldigung dar als Genien — in Gewandungen, die an die Siegesgöttinnen der Befreiungshalle und der Walhalla erinnerten. Zwei Lehrerinnen des Institutes, Mater M. Eickmeyer J. B. M. V. und Frl. Josefina Bögle, hatten den Reigen entworfen und eingeübt. Der Stil des Kepler-Denkmal und die Zeit, in welcher der große Mann gelebt hatte, legte den Gedanken nahe, den Huldigungsreigen, der mit einer Bekränzung des Denkmals abschließen sollte, hellenistisch zu gestalten.

Ein Chor von sieben Jungfrauen (Chorführerin Frl. Mariechen Endres; ferner Frl. Hintermayer, Heitzer, Hagl, Eckstein, Greif, Verfch, Bender) und ein Gegenchor von sieben Kindern (Binder, Weiß, Krausneck, Pflaum, Grau, Geiger, Buchmann) in griechischer Gewandung (elfenbein- und goldfarben) brachten mit einfachen mimischen Mitteln den Grundzug von Keplers Leben

„Durch Nacht zum Licht“

und die Stimmung des Tages

„Dank und Freude“

zum Ausdruck.

Chor und Gegenchor bewegte sich in feierlichen Umzügen: zuerst unten um das Denkmal herum, sodann oben auf der Plattform um die Büste, dieselbe bekränzend und mit Blumen schmückend.

Die musikalische Begleitung des Reigens leitete Herr Musikdirektor L'Aronge, der die Sarabande des Frührenaissancemeisters J. B. Lully in Bläserchor umgesetzt hatte.

Während Beethovens unsterbliche Weisen „Die Himmel rühmen des Ewigen Ehre“ (vorgetragen vom Männerchor des Singvereins Regensburg unter Leitung von Dietrich Amende) in den sinkenden Abend erklangen, legten die Vertreter der deutschen Wissenschaft, die Vertreter der Länder und Städte, in welchen Kepler einst gewirkt hatte, die Vertreter von Kepler-Verbänden in feierlichem Zuge ihre Kränze am Denkmal nieder:

1. Die Bayerische Akademie der Wissenschaften München
2. Die Akademie der Wissenschaften Wien
3. Die Sächsische Gesellschaft der Wissenschaften Leipzig
4. Die Astronomische Gesellschaft („Kepleri egregii manibus — Societas Astronomica“)
5. Die Rektorenkonferenz der Deutschen Hochschulen
6. Der Verband der Deutschen Hochschulen
7. Die Universität Halle-Wittenberg
8. Die Universität Königsberg i. Pr.
9. Die Universität Leipzig
10. Die Universität München
11. Die Deutsche Universität Prag
12. Die Universität Tübingen
13. Die Technische Hochschule Dresden
14. Die Technische Hochschule Hannover
15. Die Technische Hochschule München
16. Die Universitätssternwarte München
17. Die Deutsche Studentenschaft
18. Das Deutsche Museum
19. Der Bund der Sternfreunde
20. Die Sternwarte Berlin-Treptow
21. Die Schwäbische Volkssternwarte
22. Weil der Stadt, die Geburtsstadt Keplers
23. Die Verwandten Keplers
24. Die Stadt Emmendingen
25. Die Kepler-Vereinigung in Sagan
26. Die Phil-Theol. Hochschule Regensburg
27. Die Stadt Regensburg.

II. DER FEST- UND BEGRÜSSUNGSABEND IM GROSSEN NEUHAUSSAAL.

Der nämliche Künstler, welcher das Kepler-Denkmal schuf, d'Herigoyen, hatte auch jenen Festsaal gebaut, in welchem sich der zweite Teil der Huldigungsfeier des 24. September abspielte. Das Orchester stand unter der Leitung des Konzertmeisters Hochberger.

Wolfgang Naaf von der 9. Klasse des Alten Gymnasiums sprach

Keplers „Hymnus an den Schöpfer der Welt“

in der Übersetzung von Herder — so eindringlich, so feierlich, daß aus jedem Worte die tiefe Seele und der ganze fromme Sinn Keplers sich offenbarte.

Sodann hielt Prof. Dr. Max Caspar aus Stuttgart die Festrede und feierte Kepler als großen Menschen. Für diese Aufgabe hätte es keinen Geeigneteren geben können als gerade ihn, der durch drei vollendete Werke so außerordentlich viel beitrug, uns in den Geist Keplers einzuführen und uns mit seinem Schaffen und Denken und Forſchen vertraut zu machen — durch seine glänzende Übersetzung des „Mysterium Cosmographicum“, der „Astronomia Nova“ und der zahlreichen Kepler-Briefe.

REDE VON PROF. DR. M. CASPAR, STUTTGART:

KEPLER ALS MENSCH.

Vor einem halben Jahr ist in Würzburg der 700. Todestag Walthers von der Vogelweide gefeiert worden. Nach einem unſtetem, kampfreichen Leben hat dort ein Dichter seine letzte Ruhestätte gefunden, der mit feinstem Naturgefühl befeelt Wunderdinge von der Welt um uns her zu singen und zu sagen wußte. Heute haben wir uns in einer anderen der alten Städte Bayerns mit ruhmreicher Vergangenheit versammelt, um das Gedächtnis des Todes eines anderen Mannes zu feiern, eines Mannes, der ebenso deutsch in all seinem Empfinden und Streben war wie jener, den ebenfalls die Natur mit der unendlichen Fülle ihrer Herrlichkeiten in ihren Bann gezogen und der es sich zur Lebensaufgabe gemacht hatte, die Werke der Schöpfung zu erforschen und den Mitmenschen die Ordnung und Harmonie der Wunderwelt der Sterne zu deuten und zu verkünden. Johannes Kepler war kein Dichter; der scharfe Verstand war vor allem das Werkzeug, das er mit Meisterhand führte. Aber auch er war Seher wie der Dichter; in seinem Herzen brannte die Liebe zur Natur, sein Gemüt war der höchsten Begeisterung fähig, in seinem Kopf weckte die Phantasie Bilder um Bilder, und was sein inneres Auge schaute, das drängte hinaus, damit auch in anderen Herzen der Funke der Begeisterung entzündet würde.

300 Jahre sind es her, seit Johannes Kepler hier in Regensburg seinen Erdenlauf vollendet hat und hier zur letzten Ruhe bestattet ward. Wie

jener Dichter hat auch er ein unstetes Leben geführt und am Hofe hoher Herren Dienste geleistet. Nachdem er kaum das Mannesalter erreicht hatte, rief ihn das Schicksal aus seiner schwäbischen Heimat fort, um ihn seinem hohen, von ihm noch nicht erkannten Beruf zuzuführen. Es liegt ein tragischer Rhythmus in dem Ablauf der Lebensereignisse des großen Mannes. In Graz, in Prag, in Linz immer das gleiche Schicksal. Er kam voll Erwartungen, gab sich, sobald er festen Fuß gefaßt hatte, rastloser Arbeit hin und verfaßte in den ersten glücklichen Jahren seines Aufenthaltes in diesen Städten je eines seiner Hauptwerke, bis sich dann Wolken über ihm zusammenzogen und er durch widrige Ereignisse, durch Wirren und Verfolgungen verschiedenster Art vertrieben und genötigt ward, anderswo eine Stätte für seine friedliche Tätigkeit zu suchen. Ein Gefühl der Heimatlosigkeit und Vereinsamung überkam ihn, als er schließlich nach Sagan abgeschoben wurde. „Wer überall ist, ist nirgends, jedenfalls ist er nicht zu Hause“, schreibt er von da; er fühlt sich nur als unbekannter Gast und Fremdling. Die letzte Bitterkeit bekam er zu kosten, als er fern von den Seinigen auf Reifen vom Tode abgerufen wurde.

Es ist nicht meine Aufgabe, diesen Rahmen der äußeren Lebensereignisse Keplers auszufüllen und Ihnen zu erzählen, wie sich dieses Leben unter den mannigfachen Einwirkungen der beklagenswerten Zeitverhältnisse so tragisch gestaltet hat. Auch das ist nicht meine Aufgabe, Ihnen die unsterblichen wissenschaftlichen Leistungen Keplers aufzuzählen und das Genie vor Augen zu führen, das uns zur Bewunderung hinreißt. Ich soll Ihnen vielmehr den Menschen zeichnen, der unsere Liebe verdient. Könnte ich mir eine willkommenerere Aufgabe denken als diese? Kepler als Mensch! Ich möchte es am heutigen Gedächtnistage laut hinausrufen, daß alle es hören: Kepler, der in seiner Wissenschaft zu den größten Männern aller Zeiten und Völker gehört, ist nicht weniger groß durch seine menschlichen Eigenschaften. Mit vorbildlichem Mut hat er sein Schicksal getragen und sein Werk, zu dem er berufen war, vollbracht. Er hat in einer Zeit, die so verworren und schicksalschwer war wie die heutige, uns Deutschen ein Beispiel gegeben, dem wir nachfolgen können. Er hat uns gezeigt, wie man echten wissenschaftlichen Geist, wahrstes Streben nach Erkenntnis und Wissen vereinigen kann mit Frömmigkeit und Gottesfurcht. Er ist bei allen Erfolgen in seiner Wissenschaft und bei all seinen tiefgründigen Spekulationen der einfache Mensch geblieben, dem nichts Menschliches fern liegt, den die gleichen Sorgen und Freuden, die gleichen Ängste und Hoffnungen befehlen wie einen jeden von uns, der sich nicht überhebt und jeden achtet, jedem wohlwill, der einfachen und geraden Sinnes seinen Weg auf Erden geht. Wahrlich als einen getreuen Eckart, als Hüter, Wahrer und Mehrer seiner besten und tiefsten Kräfte sollte ihn das deutsche Volk verehren und lieben!

Kepler hat es uns leicht gemacht, ihn kennen zu lernen. Er ist, um fogleich eine besondere Seite seiner Eigenart hervorzuheben, eine Natur von köstlicher Mitteilbarkeit und Aufrichtigkeit. Wie er in seinen wissenschaftlichen Werken nicht einfachhin fertige Ergebnisse darbietet, sondern den Lesern in die letzten Winkel seiner geistigen Werkstätte Einblick gestattet und ihnen die verborgenen Quellen aufweist, aus denen ihm seine

Erkenntnisse zufließen, so spricht er sich auch in seinen Briefen über alles aus, was ihn bewegt, legt die Gründe für sein Planen und Handeln offen dar, plaudert darauf los, bis das Papier ausgeht, zeigt sich in allem, wie er ist, ohne Arg und Falsch, ob es ihm nützt oder schadet. Er schreibt sehr gerne Briefe; es ist für ihn eine Lust, anderen etwas von dem ewig sprudelnden Quell seiner Gedanken und Einfälle mitzuteilen oder sich in eine Debatte einzulassen. Zum Glück sind uns von seinen Briefen sehr viele, fast 400, erhalten geblieben. Herr Geheimer Rat von Dyck und ich haben zum heutigen Gedächtnistag eine Auswahl dieser Briefe in deutscher Sprache herausgegeben, bei der gerade auf das Wert gelegt wurde, was uns die menschlichen Eigenschaften Keplers ins Licht zu rücken vermag. Ich darf hier wohl zum Ausdruck bringen: die Erhebung, die wir beide in so vielen Stunden bei der Durcharbeitung dieser Briefe empfanden, gehört zu unseren schönsten Erlebnissen.

Freilich, so reich das Material ist, aus dem wir uns ein Bild von Keplers Persönlichkeit zu gestalten vermögen, so ist es doch nicht leicht, all das, was wir mit gleichgestimmter Seele fühlen, in Worte zu fassen, alle die Züge, die sich uns offenbaren, einzufangen und den tieferen Gründen nachzugehen, aus denen die einander nicht selten widersprechenden Eigenschaften erwachsen. Einflüsse des Elternhauses, in dem wenig Glück und Friede herrschte, Einflüsse der Klosterschule und des Seminars, wo dem empfindsamen, körperlich schwächlichen Knaben das Gemeinschaftsleben oft schwer zu schaffen machte, lösten in der ohnehin komplizierten schwäbischen Veranlagung Keplers tiefgreifende Wirkungen aus. Und bei seinem allmählichen Hineinwachsen in eine große Aufgabe, als die Schwingen des Genies sich regten, hielten nicht alle seelischen Kräfte in ihrer Entwicklung gleichen Schritt, von der Bewältigung des äußeren Lebens und der mannigfachen Beziehungen, die es mit sich brachte, ganz zu schweigen.

Einen ersten Schlüssel zur Deutung seines Charakters bietet uns Kepler selber dar in einer Erklärung seiner Geburtskonstellation, die er in einem langen Schriftstück im Alter von 26 Jahren in Graz niedergelegt hat. Um es recht zu sagen, sucht er nicht aus der Konstellation der Gestirne seinen Charakter zu ermitteln, sondern er zeigt seinen Charakter auf und fragt sich, ob für dessen typische Eigenschaften in jener Konstellation etwa Gründe vorhanden seien. Er sagt da u. a. von sich selber: Dieser Mensch ist dazu geboren, seine Zeit auf die schwierigsten Dinge zu verwenden, vor denen andere zurückschrecken. Er fängt vieles an, ehe das Vorausgehende vollendet ist, weil er immer nur plötzliche, aber nicht andauernde Aufwallungen von Arbeitseifer verspürt. Denn obwohl er höchst arbeitssam ist, ist er ein grimmiger Hasser der Arbeit. Er arbeitet aus Wissbegierde und aus Freude am Erfinden. Immer reut ihn der kleinste Zeitverlust und doch läßt er immer wieder die Zeit unbenutzt verstreichen. Im Eifer hält er alles für leicht, was sich dann aber als schwer und zeitraubend herausstellt. Die Begierde, immer Neues zu behandeln, ist übermächtig. Nahrung und Ziel dieser Begierde ist die Liebe zum Wahren und Schönen, sowie das Verlangen nach Ruhm und Ehre. Alles, wonach er strebt, ist schön. Der Geist ist feinführend, beweglich, rasch und schlagfertig. Er arbeitet nicht durch Sammeln, sondern durch Trennen; er ist

keine Hacke, sondern ein Keil. Es fehlt ihm nie an Stoff für seinen Eifer und sein Verlangen, Schwieriges zu durchforschen. Tausend Dinge fallen ihm ein. Nur kann er sich nicht an die Zeit halten. Er ist leicht aufbrausend; da aber die Aufwallung rasch vorübergeht und der Verstand bleibt, wird er gar oft von Reuegefühlen gepeinigt. Er ist rascher zum Reden, als gut ist; das Wort ist heraus, ehe die Wirkung überlegt ist. Beim Reden und Schreiben fallen ihm immer wieder neue Worte, neue Dinge, neue Wendungen, neue Gründe ein; er fragt sich, ob er nicht seinen Plan ganz ändern und das lieber verschweigen soll, was er gerade ausspricht. Drum ist sein Stil im Reden und Schreiben verwickelt und schwer verständlich. In seinem Beruf (er war damals Magister in Graz) verabfäumt er die nötige Sorgfalt und läßt sich von seiner Veranlagung fortreißen, sodaß er dem Tadel nicht entginge, wenn er nicht infolge seines reichen Wissens aus dem Stegreif seine Aufgabe erfüllen könnte. An eine feste Ordnung kann er sich nicht binden. Der Körper ist klein, trocken, wohlproportioniert, die Seele ist kleinmütig, versteckt sich in literarischen Winkeln; sie ist argwöhnisch, furchtsam, sucht ihren Weg durch beschwerliches Gestrüpp. Entsprechend sind seine Gewohnheiten. Knochen nagen, trockenes Brot essen, Bitteres und Scharfes kosten, ist ihm eine Wonne. Über holprige Wege, Anhöhen hinauf, durch Dickicht hindurch zu spazieren ist ihm ein festliches Vergnügen. Mittel, das Leben zu würzen, kennt er außer den Wissenschaften keine; er verlangt auch nicht danach und weist die zurück, die man ihm anbietet. Bei den Vorgesetzten macht er sich wohl dran und zürnt nicht, wenn man ihn tadelt. Er ist fromm und peinlich genau in Erfüllung seiner religiösen Pflichten. Als Knabe kam es vor, daß er, wenn er vor dem Abendgebet eingeschlafen war, dieses dem Morgenbet hinzufügte. Auch empfand er als Knabe Schmerz darüber, daß ihm wegen der Unheiligkeit seines Wandels die Gabe der Weisfagung verweigert sei. Schlechte Handlungen will er fühlen. Er fühlt tiefe Dankbarkeit gegen Wohltäter und Ehrfurcht vor alten Leuten.

Das ist das Bild, das Kepler von sich selber im Spiegel sah, im ersten Mannesalter, als er bereits sein wichtiges Jugendwerk, das Mysterium cosmographicum, vollendet hatte. Wer, der sein späteres Leben kennt und die Zeugnisse seines Innenlebens aufmerksam durchforscht hat, wird nicht in diesem Bild eine Menge wohlvertrauter Züge entdecken und die Erklärung für Keplers Handlungsweise in allen möglichen Lagen finden? Der Mann, der diese Eigenschaften besaß, tat schwer im Leben; er war nicht zu heiterem Lebensgenuß geboren; er konnte sich nicht leicht mit den Menschen zurecht finden; er trug schwer an sich selber und an den Hemmungen, die ihm seine Natur bereitete; er mußte auf Widerstände stoßen, die ihn härteten. Wer aber das ungeheure Lebenswerk überschaut, das Kepler vollbracht hat, wer weiß, wie er das widrige Schicksal, das ihm von außen her bereitet war, gemeistert hat, wer weiß, wie er sich gerade die Besten zu Freunden zu machen verstand, und wie er überall, wohin er kam, einen freundlichen Schein um sich verbreitete und jeden aus dem Reichtum seines Inneren voll beschenkte, wahrlich, der wird von Bewunderung ergriffen, wenn er bedenkt, was Kepler aus sich selber gemacht hat. Nicht von selber fielen ihm die Früchte seiner genialen Ver-

anlagung in den Schoß. Unter schwerer Mühsal und innerer Pein mußte er sie erkämpfen. Er mußte unausgesetzt an sich arbeiten, um sich zu der Gelassenheit und Überlegenheit durchzuringen, die wir in ihm auf der Höhe des Lebens finden. Was ihn stützte und immer weiter trieb, das war sein übermächtiger Drang nach Erkenntnis, das war die ewig frische Begeisterung für die Schönheit der Schöpfung, das war die hohe Auffassung von seiner Lebensaufgabe, das Bewußtsein einer göttlichen Sendung, die er zu vollbringen hatte, das lebendige Gefühl der Verpflichtung, mit der er Gott und den Menschen gegenüber sich gebunden wußte.

Er hat sich einen „osor laboris“, einen Hasser der Arbeit, genannt! Und doch wie viel hat er gearbeitet, welche Unsumme von quälender Arbeit steckt in seinen Werken! 22 große Bände umfaßt allein sein handschriftlicher Nachlaß. Kein Mißgeschick, kein Unwohlsein, nicht äußere Widerstände, nicht innere Schwierigkeiten konnten seinen ewig regen Geist von der Betätigung abhalten. Es ist erstaunlich, zu sehen, wie er in allen Briefen, in denen er von seinen mannigfachen Leiden erzählt, doch immer alle möglichen wissenschaftlichen Fragen erörtert. Als in Graz die Ausweisung für ihn bevorstand und die Zukunft dunkel vor ihm lag, da sehen wir ihn mit physikalischen Fragen oder den archimedischen Körpern beschäftigt. Als er nach Württemberg reiste, um seiner Mutter in dem Hexenprozeß beizustehen, hat er alle freie Zeit, die ihm die Bemühungen in dieser für ihn so schmerzlichen Sache beließen, auf die Ausarbeitung und Vervollkommnung der Rudolphinischen Tafeln verwendet. Als Linz belagert wurde und die Soldaten in dem Ständehaus an der Stadtmauer, in dem er wohnte, neben ihm ihre Geschütze abfeuerten, beschäftigte er sich so angestrengt mit chronologischen Untersuchungen des Humanisten Scaliger, daß er gar nicht merkte, wie schnell die Wochen der Belagerung vorübergingen. Dabei war er zeitlebens, zumal in jungen Jahren, von schwächerlicher Gesundheit und von Übeln und Krankheiten verschiedenster Art heimgefuht.

Freilich, äußere Ordnung in seinem Schaffen und Leben einzuhalten, fiel ihm auch später schwer, wie er in einem Brief bekennt. „Ich könnte unendlich viel aus mir hervorsprudeln lassen,“ schreibt er da weiter. „Aber ich gefalle mir nicht in solchem Durcheinander; es stößt mich ab und verdrießt mich.“ Seine Werke tragen alle den Stempel der inneren Unruhe. Sie sind nicht klassisch in der Form; sie sind ein Spiegelbild der unruhigen Beweglichkeit seines Geistes. Aber doch steckt in ihnen hinter der barocken Außenseite ein Plan in einfachen, geraden Linien, der die unerbittliche Konsequenz erkennen läßt, mit der Kepler seine Leitgedanken zu Ende dachte.

Die unermüdliche Arbeit belohnte sich an Kepler selber. Er spürt, wie er sagt, daß den mathematischen Studien vor allen anderen eine gewisse verborgene wunderbare Macht innewohnt, den unbändigen Sinn zur Sanftmut und zur gelassenen Verachtung des Irdischen anzuleiten; er spricht von den himmlischen Spekulationen, die den Durst der Geister zu stillen und den Sitten je nach Veranlagung eine gewisse Ähnlichkeit mit den göttlichen Werken aufzuprägen vermögen. Er besaß eine wunderbare Witterung für die verborgenen Zusammenhänge in den Erscheinungen der

Natur; der Makrokosmos war für ihn ein großer Organismus; sein geistiges Ohr lauschte mit leidenschaftlicher Erregung auf die Harmonien in der Schöpfung. Er war ein *homo metaphysicus*. Die moralische Seite der wissenschaftlichen Arbeit ist ihm wichtiger als der praktische Nutzen. Wie der Vogel zum Singen geschaffen ist, so ist der Geist zur bewundernden Erkenntnis der Natur geschaffen und die Mannigfaltigkeit ihrer Erscheinungen ist nur deswegen so groß, daß der Stoff zum Suchen und Forschen nicht ausgeht. Es macht sehr viel aus, sagt er, ob die geistige Betätigung in guter Gesinnung oder unehrlich betrieben wird. Die rechte Gesinnung flößt dem Lernenden überströmende Freude ein und dient der Philosophie bei ihrem Aufbau. Da er sich einer solchen Gesinnung befleiß, bekam er auch selber diese Freude in reichstem Maße zu kosten. Bei der Betrachtung der himmlischen Harmonien wird er von einem unsagbaren Entzücken ergriffen und fortgerissen! „Mein ganzer Sinn trachtet danach, auf Form und Leben einzugehen, auf Gott selber, den Baumeister der Schöpfung, und da winkt mir allenthalben Freude.“ Was Wunder, wenn es ihn drängt, sein volles Herz anderen zu erschließen! „Mich treibt ein übermächtiges Verlangen zur Himmelskunde und ich kann nicht an mich halten, meine Gedanken den Meistern der Wissenschaft mitzuteilen, damit ich durch ihre Hinweise allfogleich in unserer göttlichen Kunst voranschreite.“ Und wenn er dann im Reden und Diskurrieren ist, wie steckt er da in seinem Element! Da kommt dann auch als Ausdruck innersten Behagens ein gesunder, kräftiger Humor zur Geltung. „Nach meiner Ansicht“, sagt er, „ist der Humor die feinste Würze des Wortfreits. Andere suchen beim Philosophieren durch gewichtigen Ernst zu imponieren, machen sich jedoch oft gegen ihre Absicht lächerlich; ich glaube, ich bin von Natur aus dazu geschaffen, die Mühe und Plage wissenschaftlicher Arbeit durch eine sich im Stil ausdrückende frohe Laune zu mildern.“

Wenn Kepler in seiner Selbstdarstellung als Triebfeder seines Handelns auch das Verlangen nach Ehre und Ruhm genannt hat, so mag das für seine früheren Jahre gelten. Er hatte diesen Hang an sich erkannt; sein sittlicher Ernst sagte ihm aber bald, daß dieses Motiv mit der hohen Auffassung von seiner Aufgabe nicht verträglich ist, und so kämpfte er dagegen an. Auffallend oft kehren in seinen Briefen Stellen wieder, an denen er ein ihm gespendetes Lob mit entschiedenen Worten zurückweist. „Merkt es Euch, mein Fabricius,“ schreibt er an diesen Freund, „disputiert in Zukunft, aber laßt das Loben! Denn auf jenem Weg werden wir uns gegenseitig fördern, durch letzteres aber würdet Ihr mir schaden. Man darf der Eigenliebe keine Nahrung geben, sondern muß sie mit jedem äußeren und inneren Mittel ausrotten!“ „O curas hominum, quantum est in rebus inane!“ (O die Sorgen der Welt! Wie viel ist in allem doch eitel!) war sein früh erwählter Wahlspruch. Immer wieder fordert er andere auf, Kritik an seinen Werken zu üben, um selber weiter zu kommen. Die Bescheidenheit, die ihm nachgerühmt wurde, war echt; es war nicht die verlogene Bescheidenheit der Worte, sie war auf Wahrhaftigkeit und Aufrichtigkeit gegründet und gepaart mit dem Bewußtsein eigenen Wertes. Einen trefflichen Ausdruck dieser vornehmen Gesinnung finden wir in seinen Worten: „Ich habe immer die Gepflogenheit eingehalten, zu loben,

was nach meiner Ansicht andere gut, zu verwerfen, was sie schlecht gemacht haben. Niemals bin ich ein Verächter oder Verhehler fremden Wissens, wenn mir eigenes fehlt. Niemals fühle ich mich aber auch anderen unterwürfig oder vergesse mich selber, wenn ich aus eigener Kraft etwas besser gemacht oder früher entdeckt habe.“

Diese Selbstsicherheit, dieses klare Urteil, dieses Feststehen in sich selber befaß Kepler freilich nicht in allen Lebenslagen; er befaß es in seiner Wissenschaft. Aber wo es sich um die Beziehungen von Mensch zu Mensch handelte, wo es um Dinge ging, bei denen das Herz mitsprach, da zeigte sich das „zarte Gemüeth“, das er, wie er sagt, zu seiner Profession mitgebracht hat, da gab es ein Zögern und Taften, ein Schwanken zwischen Wollen und Nichtwollen oder auch ein rasches Vorwärtschreiten und plötzliches Zurückweichen, da lagen Argwohn und Vertrauenseligkeit miteinander im Streit. Er befaß nicht die vornehme Geste des Weltmannes wie Cartesius (wo wollte er sie gelernt haben?), er war kein rücksichtsloser Draufgänger wie Galilei; er befaß nicht die Herrschernatur eines Tycho Brahe, die andere sich unterwürfig zu machen versteht. Er möchte den Menschen Vertrauen schenken, aber wen kümmert das so sehr? Er fucht den Verkehr mit Menschen, aber wie wenige verstehen ihn! Er will nicht eigene Wege gehen, immer wehrt er sich gegen den Vorwurf eines Neuerers, er will nicht allein sein, er kann es nicht ertragen, wenn andere, zumal solche, die er verehrt und hochschätzt, nicht mit ihm einverstanden sind. Er braucht ihr Vertrauen; in fast knabenhafter Art bittet er um ihre Liebe, er bettelt in der Einsamkeit seines Herzens um Trost — und doch, lieber trägt er die Not der Einsamkeit, als daß er ein Tüpfelchen seiner Überzeugung preisgeben, einem anderen Gebot folgen würde als dem seines Gewissens. Zurückgestoßen, genötigt sein Selbstgefühl zu retten, wendet er, ein *homo melancholicus*, den Blick nach innen, um Halt und Wert in dem zu suchen, was er in sich trägt. Aus dieser feelischen Verfassung erklärt sich auch sein Verhalten gegenüber den mächtigen Herren, denen er diente. Es war nicht der Servilismus des Emporkömmlings oder nur das Bewußtsein äußerer Abhängigkeit und die Sitte der Zeit, was ihm oft unterwürfige Worte in den Mund gab. „Wie das schwache Stämmchen des Weinstocks seine Ranken zu den hochwachsenden Ulmen, so erhebe ich meine demütigen Bitten zu Eurer Durchlaucht.“ Oder: „Mein hungriger Magen schaut wie ein Hündlein auf zu dem Herrn, der es einmal gefüttert hat.“ Er wollte mit dem Besten, was er gab, Vertrauen erwerben; die „Vorgesetzten“ sollten zufrieden sein mit ihm. Aus dieser Veranlagung heraus erklärt sich auch die unwandelbare Dankbarkeit und Pietät, die er gegen einstige Lehrer im Herzen trug und bei jeder Gelegenheit zum Ausdruck brachte. Freunden gegenüber, die sich als solche bewährt hatten, deckte er in herzlicher Wärme sein Inneres auf und glaubte zu empfangen, wenn er von seinem feelischen Reichtum gab. „Bedenkt, daß ich mit einem von Sorgen erfüllten und durch die Angst vor der Zukunft verwundeten Herzen schreibe, das durch ein einziges rechtes Wort und durch die Bekundung einer wohlwollenden Gefinnung beänstigt und zu neuer Hoffnung angeregt werden kann“, läßt er sich von Ulm aus, wo er von den Seinigen getrennt war, vernehmen. Und dann noch etwas spä-

ter: „Ich kann gar nicht fagen, wie fehr Ihr mich in meiner Einfamkeit und Unruhe durch Eure Hilfsbereitschaft erquickt habt.“ Wenn wir alle diefe Briefe lefen, da vergeffen wir ganz, daß wir einen der größten Naturforfcher aller Zeiten vor uns haben, da ftehen wir ihm ganz nahe, da ift es uns, als müßten wir felber ein liebes Wort zu feinem Herzen fprechen, das fo tiefer Traurigkeit und Melancholie fähig war.

Einen Mann diefes Charakters mußte es zum Familienleben hinziehen; der Platz, wo er fich wohl fühlen konnte, war nicht die Bühne der Welt, fondern das eigene Heim, wo er in ficherer Geborgenheit fich feinen stillen Studien hingeben konnte. Kopernikus, der Domherr, der übrigens nie die höheren Weihen empfangen hat, Galilei, der Feuerkopf, Newton, der wie Kepler aus kleinen Verhältniffen hervorging, aber mit feiner andersgearteten Veranlagung zu hohen Ämtern und Würden gelangte, fie waren alle unvermählt. Kepler hat zweimal geheiratet. Leider find uns von den Familienbriefen nur wenige erhalten. Aber was Kepler in anderen Briefen und Äußerungen über die Freuden und Sorgen feines Familienlebens mitteilt, vermag das Fehlende wohl zu ergänzen. Er war für die Seinigen ein treu sorgender Vater. Die Lebensweife im Haufe Kepler war in allem recht einfach, faft kleinbürgerlich, „philofophifch“, wie er einmal fagt. Die Geldforgen gingen nie aus, da das kaiserliche Gehalt oft nicht ausbezahlt wurde. Freilich litt die Familie auch nicht oft Mangel; bei der Belagerung von Linz gehörte fie zu den wenigen, die kein Pferdefleifch zu effen brauchten. In erfter Ehe war Kepler mit einer jungen, hübfchen Witwe adeliger Abftammung verheiratet, die ihm ein Töchterchen mit in die Ehe brachte. Von den fünf Kindern diefer Ehe ftarben die erften zwei bald nach der Geburt, zwei überlebten den Vater, ein Söhnchen ftarb im Alter von fechs Jahren. Es war der Liebling der Eltern gewesen und der Schlag traf fie hart, als es ihnen genommen wurde. Wir fpüren die innige Vaterliebe, wenn wir Kepler von diefem Knaben fagen hören: „Mochte man auf die Blüte feines Körpers oder auf den Liebreiz feines Benehmens fchauen, oder auf die glückverheißenden Prophezeiungen der Bekannten hören — in jeder Hinficht konnte man ihn eine morgendliche Hyazinthe in den erften Frühlingstagen nennen, die in zartem Duften mit ambroffifchen Wohlgerüchen die Zimmer erfüllte.“ Dem Kinde folgte die Mutter bald nach. Sie war fchon feit längerer Zeit gemütskrank und konnte den Tod des Kindes nicht verfchmerzen; in melancholifcher Mutlofigkeit, berichtet Kepler, der traurigften Geiftesverfaßung unter der Sonne, hauchte fie ihre Seele aus. Böfe Leute, die es allerorten und allerzeiten gibt, fagten Kepler nach, er habe feine Frau fchlecht behandelt. Es ift uns ein langer Brief erhalten, in dem fich Kepler gegen diefe Vorwürfe verwahrt, und zwar in einer fo außerordentlich feinfinnigen, aufrichtigen und nichts befchönigenden Art, daß jeder, der aus gefprochenen Worten die verborgenen Regungen des Gemüts herauszuhören verfteht, beim Lefen diefes Briefes von herzlicher Sympathie mit dem, der ihn fchrieb, ergriffen wird. Zwei Jahre fpäter heiratete Kepler ein zweites Mal, eine Waife, die Tochter eines ländlichen Handwerkers. Diefe Ehe hat ihre befondere Gefchichte. In einem höchft merkwürdigen, fehr langen Brief an einen Baron Strahlendorf fchildert er, der Zweiundvierzig-

jährige, diese Geschichte und führt der Reihe nach elf Witwen und Mädchen vor, die er, von allen möglichen Basen und Freunden beraten, auf der Suche nach einer Frau in Erwägung gezogen hat. Aber nicht in sicherhafter Weise macht er das. Nein, man spürt das Zittern des hilflosen Herzens, wenn er die Frage zu beantworten sucht: „War es göttliche Fügung oder moralische Schuld von mir, daß mein Sinn in den letzten zwei Jahren nach so vielen Richtungen hingezogen wurde?“ Und die Antwort, die er am Ende selber gibt, leuchtet tief hinein in seine Seele: „Ihr seht, wie ich durch göttliche Fügung in diese Nöte getrieben wurde, damit ich lernen sollte, hohen Stand, Reichtum, verwandtschaftliche Beziehungen zu verachten und mit Gleichmut nach den anderen einfachen Eigenschaften zu trachten.“ Die Ehe war sehr glücklich, da seine zweite Frau im Gegensatz zur ersten recht einfach erzogen war. Der zweiten Ehe entsproßen sieben Kinder, von denen fünf am Leben waren, als der Vater starb. Sie waren alle noch jung, das jüngste erst ein halbes Jahr alt, als er sich auf seiner letzten Reise hierher begab. Die Sorgen, die studierende Söhne durch Schuldenmachen ihren Vätern damals schon zu bereiten pflegten, hat Kepler auch getragen, als sein Sohn Ludwig aus erster Ehe in Tübingen Medizin studierte. Es ist in den späteren Briefen viel davon die Rede. Die größte Freude, die Kepler in seinem letzten Lebensjahr erlebte, war die Verheiratung seiner Tochter Susanna aus erster Ehe mit dem tüchtigen jungen Mathematiker Bartsch, der die Anwartschaft auf eine Professur in Straßburg innehatte. Schlau hatte Kepler selber diese Sache eingefädelt. In Abwesenheit der Eltern, die fern in Sagan lebten, fand unter großer Beteiligung der Hochschule in Straßburg die Hochzeit statt. Der getreue Freund Bernegger vertrat den Vater und meldete ihm, wie die Leute mit Fingern auf die Verwandten des großen, weitberühmten kaiserlichen Mathematikers im glänzenden Hochzeitszuge hingewiesen hätten.

Einen Charakterzug Keplers müssen wir noch zur Sprache bringen, der für sein Bild von größter Bedeutung ist. Er hat ihn selber in der angeführten Selbstdarstellung erwähnt: es ist die Frömmigkeit. Sie erfüllte sein Tun und Trachten, sein Sinnen und Forschen während seines ganzen Lebens. Sie wies ihm Richtung und Ziel; sie gab ihm den Halt, den er dem Leben gegenüber brauchte. Sie wuchs und reifte in ihm von den Knabenjahren an, wo er das Abendgebet zum Morgengebet fügte, bis zu seinen letzten Tagen, wo er den letzten Brief, den er auf seiner Reise hieher an Freund Bernegger schrieb, mit den Worten schloß: „Haltet Euch fest mit mir an dem einzigen Anker der Kirche, dem Gebet zu Gott.“ Unzählige Belege für seine Frömmigkeit ließen sich aus allen seinen Schriften und seinen Briefen anführen. Eine herrliche Probe haben Sie vorhin in dem Hymnus vernommen, mit dem er sein Jugendwerk beendete. Die *Astronomia Nova*, sein größtes Werk, beginnt er mit den Worten: „Im Namen des Herrn“. In seiner Weltharmonik bricht er zum Schluß in jenes wunderbare Gebet aus, in dem es heißt: „Du, der Du durch das Licht der Natur in uns entzündet hast das Verlangen nach dem Licht Deiner Gnade, um uns emporzuheben zu dem Licht Deiner Herrlichkeit, Dank Dir, Schöpfer und Herr, daß Du mir Freude gewährtest an Deinen Werken. Ich habe das Werk meines Lebens vollbracht mit den Kräften mei-

nes Geistes, die Du mir geschenkt hast. Wenn ich dabei meine eigene Ehre gesucht habe, so vergib mir um Deiner Milde und Barmherzigkeit willen. Lobe Gott, o meine Seele, solange ich lebe! Aus ihm, durch ihn und in ihm ist alles, das Körperliche und das Geistige, alles, was wir wissen, und alles, was wir nicht wissen; denn vieles ist zu tun, was noch nicht getan ist.“ In allen Fügungen seines Lebens erkennt er die leitende Hand der göttlichen Vorsehung. Im Hinblick auf den schweren Krieg, der in Deutschland tobte, ruft er in einem offenen Briefe aus: „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 senken.“ In seiner Lehrtätigkeit setzt er sich zur Aufgabe, „die Jugend mit Bewunderung für die Werke Gottes zu erfüllen und sie in Liebe zu Gott, deren Urheber, zu entzünden“. Und in seiner Wissenschaft, da fühlt er sich als Priester Gottes in Hinsicht auf das Buch der Natur. In dieser höchsten Auffassung geht er an seine Aufgaben heran. Gott sucht er in der Natur, wo er ihn glaubt mit Händen greifen zu können. Gott sucht er auch im eigenen Herzen. Den Streit der Theologen beklagt und bekämpft er. Er will den Frieden unter den Bekenntnissen, er betet täglich für die Einigung der Kirche und wahrt allen gegenüber die christliche Liebe. „Da ich nicht Lehrer der Kirche bin, ist es besser, wenn ich entschuldige, Gutes auslege und zum Guten auslege, als wenn ich anklage, schmähe und verdrehe.“ Ihm ist die Religion nicht Sache der Worte, sondern Hinderung des ganzen Menschen in allen seinen Betätigungen auf Gott. An den gottesdienstlichen Verrichtungen nimmt er regelmäßig Anteil.

Und doch, man sollte es nicht glauben, ist diese Frömmigkeit, ist seine Stellung zu der Religion für Kepler letzten Endes der Grund für die Tragik seines Lebens geworden. Kepler stammte von evangelischen Eltern ab und wurde evangelisch erzogen. Da er aber in einigen Lehren dem Calvinismus den Vorzug gab, machte er sich schon als Student der Theologie in Tübingen verdächtig, das damals dank der Tätigkeit des Kanzlers Andreä eine Stätte religiöser Unduldsamkeit war. Drum sah man ihn nicht ungern scheiden, als er nach Graz ging. Von dort wurde er als Protestant durch die Gegenreformation unter Ferdinand vertrieben. In Linz wurde ihm von seinem Pastor das Abendmahl dauernd verweigert, weil er in der Abendmahlslehre calvinisch dachte und die Lehre von der Allgegenwart des Leibes Christi ablehnte, indem er lieber den alten Kirchenlehrern folgte. Das Stuttgarter Konsistorium bestätigte diese Ausschließung und verhinderte durch seinen Protest eine Anstellung in der schwäbischen Heimat, um die er sich immer wieder bewarb. Dann kam die Gegenreformation auch in Linz. Seine Bücher wurden versiegelt. Die Jesuiten, unter denen er mit mehreren in freundschaftlichem Briefwechsel stand, und der Kaiser selber wollten ihn bewegen, katholisch zu werden. Er weigerte sich und sich dem Druck, um hinfort fern von allen seinen Freunden in Sagan die letzten Lebensjahre zu verbringen. Man ist im Innersten erschüttert, wenn man alle die Briefe liest, in denen diese Ereignisse zur Darstellung gelangen und Kepler sich ausführlich über seinen Standpunkt nach beiden Seiten hin ausspricht. Wir spüren, wie es in ihm bebte, wie es ihn aufs tiefste schmerzt, eigene Wege gehen zu müssen, aus-

geschlossen zu sein von der Gemeinschaft der Anderen. Denn es war nicht Stolz und Hochmut, nicht Eigensinn und Rechthaberei, was ihn zwang, auf seinem Standpunkt zu beharren, sondern das Gebot seines Gewissens, und dies war für ihn das höchste und letzte. „Heucheln habe ich nicht gelernt“, sagte er, als er aus Graz ausgewiesen werden sollte. „Es steht mir nicht zu, in Gewissenslachen zu heucheln“, sagte er zwanzig Jahre später gegenüber den eigenen Glaubensgenossen. Und weil er nicht heucheln konnte, verzichtete er auf alles, was ihn an Graz band, verzichtete er auf die schwäbische Heimat, verzichtete er in Linz und Prag auf die verlockenden Ausichten, die man ihm machte, wenn er katholisch werden würde. Die geschichtliche Wahrhaftigkeit verlangt diese Feststellungen. Es mögen wohl manche dabei Schmerz empfinden. Aber wahrlich, ein jeder, ob Katholik oder Protestant, muß sich in Ehrfurcht beugen vor solchem Bekennermut und solcher Seelengröße. Er war ein Christ im wahrsten Sinne dieses Wortes. Mit dem Bekenntnis zu Christi Erlösungstat ist er denn auch von hinnen geschieden.

Es ist das Gedächtnis des T o d e s Keplers, das wir in diesen Tagen feiern. Aber nicht Trauer um seinen Hingang ist es, was unsere Herzen bewegt; zu viele Jahre sind seitdem vergangen. St o l z e F r e u d e erfüllt uns bei der Betrachtung dessen, was er uns hinterlassen hat. Galilei ist in der altherrwürdigen Kirche Santa Croce beigefetzt; Newtons Gebeine ruhen in der Westminster Abtei. Keplers Grab ist unbekannt. Drum ist es um so mehr für uns Deutsche eine hohe Pflicht, ihm in unseren Herzen eine Stätte der Verehrung und Liebe zu bereiten. Hüten wir das Erbe, das er uns vermacht! Hüten wir in unserem Volk den Geist, in dem er mit unerhörtem Erfolg die Wissenschaft gepflegt! Schauen wir auf das herrliche Beispiel, das er uns gegeben! Dieser Mann mit seinem warmen, zarten Gemüt, mit seiner Bescheidenheit und Frömmigkeit, mit seiner Aufrichtigkeit und Wahrhaftigkeit, dieser rastlos tätige, nach dem Höchsten strebende Mann, der begeisterte Verkünder der Wunder der Sternenwelt, das ist Kepler, u n s e r K e p l e r.

*

Es folgte die Uraufführung der Kepler-Hymne von Stiftsdekan Peter Griesbacher, Regensburg (Op. 247 für gemischten Chor und großes Blasorchester).

Regensburgs berühmter Komponist hat für die Huldigungsfeier die Grabinschrift vertont, welche Kepler selbst (nach der Überlieferung durch den Superintendenten Serpilius) für seine Ruhestätte gedichtet hatte — die bekannten Verse:

„Mensus eram coelos, nunc terrae metior umbras.
Mens coelestis erat, corporis umbra jacet.“

(Der ich durchmaß des Himmels Weiten,
Hab' jetzt erlost der Erde Schattenreich;
Vom Himmel war der Geist, der Himmel maß,
Und nur des Leibes Schatten ruht im Grab.)

Übersetzung von Herrn Oberstudiendirektor Dr. Hirmer, Regensburg, Altes Gymnasium.)

Dieses berühmte Distichon ist für die Kepler-Huldigungsfeier so recht als Motiv geeignet: Lapidare Worte künden uns des großen Meisters Lebenswerk — die geniale Triangulation der Marsbahn, die größte astronomische Tat, die bis dahin eines Menschen Geist vollbracht hatte; lapidare Worte legen beredetes Zeugnis ab von Keplers strenggläubiger, christlicher Weltanschauung.

Jener Vers symbolisiert uns in wenig Worten Keplers ganze Persönlichkeit: einmal der exakt messende und rechnende moderne Naturforscher „Mensus eram coelos — ich habe die Himmel ausgemessen“ und dann der Mystiker, der in geheimnisvollen Wortspielen alte Vorstellungen der Pythagoreer und der späteren griechischen Philosophen weiterführt, der den geahnten Harmonien im All nachspürt — das Spielen mit Beziehungen und Klängen und Zusammenhängen, wie wir es so oft und so merkwürdig, so nebelhaft und verchleierte in seinem „Mysterium Cosmographicum“, in seiner „Weltharmonie“ bewundern.

Es sind nur ein paar Verse, ein Hexameter und ein Pentameter (in ihrer Gebundenheit schwer zu übersetzen) und nur ein paar inhaltschwere Gedanken von Himmelslicht und Todeschatten. Ist es da ein Wunder, wenn Griesbachers Musik, von den Keplerschen Ideen mächtig angeregt, wuchtige Formen annimmt? Wuchtig schon in der äußeren Aufmachung mit einem bis zur Achttimmigkeit ausladenden gemischten Chor und einem alle Bläserchöre heranziehenden Orchester. Wuchtig in den Themen, wuchtig in der Durchführung: die paar Verse wachsen zu einer umfangreichen Kantate an. Wuchtig im Ausdruck, der im Fortissimo zu gewaltigen Höhepunkten führt und im Pianissimo glänzende Ruhepunkte schafft!

Die zwei Hauptthemen diktiert Kepler selbst; es ist ein lichtvolles Dur-Thema zur Illustration des „mens coelestis“ und ein dunkles Moll-Thema zur Illustration des „corporis umbra“. Dort ein sphärisches Emporschweben, hier ein dumpfes Versinken in lapidaren Schritten. Beide Themen treten, in vollendete deklamatorische Formen gegossen und durch eine gleich ins Volle greifende instrumentale Einleitung — es ist ein mächtiges Wogen in elementaren Urformen — gehörig vorbereitet, schon im ersten Chorlatze einander gegenüber, den Sopran in geflügelter Melodie emportragend, den Baß in bleischweren Schritten zur Tiefe drängend, um dann getrennt im Anschluß an den Gedanken der Dichtung ihre Wege weiter zu verfolgen. Nach langem unentschiedenen Auf- und Abwogen im nebelhaften Weltenraume — die Harmonie bleibt unentschieden in terzlosen Akkorden schwebend — dringt endlich mit dem glänzenden A-Dur, das die erste Periode abschließt, volles Himmelslicht herein, indem es zuerst den Chor verklärt und dann das Orchester mit einem sphärischen Höhenglimmer übergießt. Schnell bricht der Zauber ab und Todeschatten verdunkeln das Bild. Das Schattenthema beherrscht im Gedanken an Tod und Grab — das bleibt doch die Grundidee dieser tönenden Grabinschrift — den weit ausladenden Mittelsatz und wächst in ständigem Zunehmen unwillkürlich zu einer stürmisch wogenden Fuge an, die auf einem langgezogenen Orgelpunkt landend, in verführendes Dur ausklingt. Und damit ist der Anschluß an den Eingang gewonnen, dessen Thema der Mittelsatz aufgreift. Die Reprise holt im Anschluß an die Grundgedanken weit

aus, schafft neue Konflikte und Wendungen, erweitert den Vokalfatz zu Doppelhören, die einander in straffer Engführung drängen, und zieht dann alle Vokalkräfte zu einem durchdringenden Unifono zusammen, mit dem das Fugenthema unter rauschendem Orchester-Pesante zum Siege geführt wird.

Griesbacher ist keiner von den modernen Pessimisten, die vor jeder klaren Harmonie zurückschrecken und in der Flucht vor allem Wohlklang ihr Heil suchen. Er gönnt uns im Glauben an ein besseres Jenseits, das über alle Grabeschauer triumphiert, einen alle Dissonanzen verzehrenden, leuchtenden Durausklang.

Wenn die Hymne bei der trefflichen Wiedergabe durch die vereinigten Chöre des Damengesangvereins und des Liederkranzes unter Leitung des Altmeisters L'Arronge mächtige Eindrücke schaffen konnte, so liegt das nicht nur in dem für eine Aufführung im Freien*) berechneten Orchesterfatze — er hätte bei Verwendung der für diesen Zweck unmöglichen Streicher sich noch weit wirksamer gestaltet und die sphärischen Epifoden weit besser zeichnen können —, sondern vor allem in dem idealen Chorfatze, der im Anschlusse an den lateinischen Text eine palestrinische Diktion auslöst und trotz der Macht und Wucht des Orchesterfatzes die ganze Kantate überlegen beherrscht.

*

Nach einer kurzen Pause sprachen die Vertreter des Regensburger Historischen Vereins und des Regensburger Naturwissenschaftlichen Vereins.

REDE VON OBERSTUDIENRAT DR. NESTLER, REGENSBURG:

KEPLER UND REGENSBURG

Meinem Vortrag über Kepler und Regensburg sei vorausgeschickt ein kurzer Hinweis auf die Bedeutung unserer Stadt im Zeitalter des Dreißigjährigen Krieges, in dem Johannes Kepler lebte.

Regensburgs Glanzzeit, von der noch das altherwürdige Rathaus, die trutzigen Patrizierburgen und die herrlichen Kirchen zeugen, war längst vorüber; immerhin zählte es noch zu den wichtigeren deutschen Städten, vor allem als beliebter Versammlungsort des Reichstages; wie früher, so war die Stadt auch damals häufig Zeuge dieser äußerlich so glanzvollen, in ihren Ergebnissen aber oft so bedeutungslosen Versammlungen, bis sie schließlich — bald nach dem großen Krieg — Sitz des immerwährenden Reichstages wurde. Im Dreißigjährigen Krieg sollte sie zu ihrem Schaden auch eine große strategische Bedeutung erlangen wegen ihrer Lage an der

*) Nach dem ursprünglichen Plane sollte die Hymne nicht im geschlossenen Raume, sondern bei dem Huldigungsakte am Kepler-Denkmal (an Keplers Kenotaph) zum Vortrage gebracht werden.

Donaufraße und an der Grenze des katholischen und des protestantischen Deutschlands, die damals einander gegenüberstanden wie zwei feindliche Länder. Regensburg, seit 1542 zum Luthertum übergetreten, war ein weit hinausgeschobenes Bollwerk des Protestantismus, der von hier aus während seiner größten Stoßkraft in die katholischen Nachbarländer vorgedrungen war; in der Zeit des Gegenangriffes der katholischen Partei fanden vertriebene Lutheraner hier gastliche Aufnahme. Neben den Protestanten, die allein Bürgerrechte besaßen, wohnte eine ansehnliche katholische Minderheit in der Stadt, dem Bischof und den geistlichen Stiften untertan.

Als Versammlungsort des Reichstages nun und als protestantische Reichsstadt wurde Regensburg für Kepler bedeutend; er kam hierher als astronomischer Sachverständiger, zur Besorgung von Familien- und Geldangelegenheiten, als Schutzsuchender für Frau und Kinder. Ich darf wegen der Kürze der Zeit der Verfuchung nicht unterliegen, ein Gesamtbild von Keplers Beziehungen zu unserer Stadt zu entwerfen; von seinen mindestens neun Aufenthalten in Regensburg wähle ich vier aus und auch von diesen werde ich nur den besonders denkwürdigen letzten Aufenthalt eingehend behandeln, durch den Regensburg „des Wandermüden letzte Ruhestätte“ wurde.

1613 war Kepler als Sachverständiger des Kaisers Matthias in der Frage der Kalenderreform in Regensburg; der zehnwöchige Aufenthalt wurde durch vier Reisen unterbrochen, die der damals zweiundvierzigjährige Witwer unternahm, um seine zweite Heirat mit Susanne Reutinger aus Efferding vorzubereiten. 1620 und 1626 wurde Regensburg Zufluchtsort für Keplers Familie; in beiden Jahren war Linz, die damalige Wirkungsstätte Keplers, vom Aufruhr umbrannt; daher brachte er die Seinigen hier bei befreundeten evangelischen Glaubensgenossen in Sicherheit, um selbst wichtige Angelegenheiten im Schwabenland zu erledigen. 1620 hatte er die schmerzliche Aufgabe, seine Mutter, die in Gefahr schwebte, als Hexe verbrannt zu werden, vom schlimmsten Schicksal zu befreien. 1626 begab er sich nach Ulm, um eines seiner wichtigsten Werke, die sog. Rudolphinischen Tafeln, fern von den Kriegswirren im Druck herauszugeben. Seine Familie blieb hier bis zur Übersiedelung nach Sagan im Jahre 1628, wo Kepler voll zuversichtlicher Hoffnung auf eine schönere Zukunft in die Dienste Wallensteins trat; diesem reichen Fürsten legte der Kaiser auch die Pflicht auf, an Kepler 12 000 Gulden Gehaltsrückstände zu bezahlen, die sich seit Kaiser Rudolph angehäuft hatten. In schwerer Zeit genoß also die Familie Keplers jahrelang in Regensburg Schutz und Gastfreundschaft. Die Hoffnungen, die Kepler auf Wallenstein setzte, erfüllten sich nicht, und so sah er sich gezwungen, die von Wallenstein nicht eintreibbaren Gehaltsrückstände vom Kaiser zu fordern. Deshalb unternahm er im Herbst 1630 eine Reise nach Regensburg, wo damals eine große Reichsversammlung tagte an einem Wendepunkt des Religionskrieges, den zu beenden der Kaiser sich ernstlich bemühte; aber der Reichstag verlief in dieser Hinsicht ergebnislos; auch dadurch wurde das Ansehen des Kaisers geschädigt, daß die Kurfürsten die Abberufung des kaiserlichen Generalissimus Wallenstein erzwangen. Mit der Entlassung Wallensteins hing die Reise Keplers nach Regensburg zusammen; denn die Ausichten, daß die Gehaltsrückstände von Wallenstein gezahlt würden, waren nach seiner Absetzung zunichte ge-

worden. Infolge der Anstrengungen der weiten Reise erkrankte Kepler in Regensburg und starb am 15. November 1630, fern von den Seinigen.

Die Nachrichten über den Tod und das Begräbnis Keplers bringen uns zum Bewußtsein, daß er in jenem Zeitalter lebte, das die Historiker auch das dogmatische nennen. Die erste und wichtigste Frage lautete damals: „Welches ist dein Glaubensbekenntnis?“ Diese Frage wurde an Kepler oft in seinem Leben gerichtet; die Antwort, die er, der vermittelnd zwischen den streitenden Bekenntnissen stand, zu geben pflegte, brachte ihm viel Leid. Auch als Kepler im Sterben lag, richtete der Regensburger Prediger Donauer diese Frage an ihn; denn er wußte wohl, daß Kepler die Konkordienformel ablehnte, welche damals für die Lutheraner ebenso bindend war wie die Augsburger Konfession. Aber Keplers Zustand war schon so, daß der Geistliche über die Hauptstücke des Glaubens nicht mehr mit ihm sprechen konnte. Doch ist in einer Regensburger Chronik, deren Darstellung auf Donauer als Quelle zurückgehen mag, überliefert, daß Kepler, wie er während seines Lebens im Glauben gezweifelt habe, so auch in Glaubenszweifeln gestorben sei; trotzdem sei er auf dem evangelischen Gottesacker beerdigt worden. Donauer selbst hielt die Leichenrede und legte dieser das Bibelwort zugrunde: „Selig sind, die Gottes Wort hören und bewahren“.

Auch der Regensburger Chronist D. Tanner berichtet von einer geistigen Verwirrung des Sterbenden, der nicht mehr habe reden können und nur mit dem Finger bald an die Stirn, bald über sich auf den Himmel gedeutet habe. Tanners Bericht kann den Eindruck erwecken, daß er in dieser Lähmung der Sprache eine Strafe dafür sah, daß sich Kepler unterstanden habe, einen Vergleich zwischen der evangelischen Lehre und der katholischen herbeizuführen. Wir wollen uns die Deutung dieser ergreifenden Gebärde des Sterbenden aus der Grabinschrift holen, die Kepler selbst zugeschrieben wird. Dieser tiefgläubige Mann wollte mit ihr sagen: „Mein Geist durchmaß die Himmel, welche die Ehre Gottes erzählen; nun kehrt er zurück zu den Himmeln, aus denen er stammt.“ Übrigens muß die Beerdigung des von der Konkordienformel abweichenden Kepler auf dem Friedhof St. Peter vor der Stadtmauer bei der damaligen Strenge als ein großes Entgegenkommen der Geistlichkeit angesehen werden.

Keplers Leichenbegängnis war großartig; wohl auch deshalb, weil sich die zum Fürstentag Versammelten in stattlicher Zahl an der Beerdigung des kaiserlichen Mathematikers beteiligten. Aber nur wenige von denen, die Kepler begruben, wußten, daß einer der größten Geister der Weltgeschichte die Zeitlichkeit verlassen hatte; sonst hätte das Grab Keplers ein anderes Schicksal haben müssen. Doch war es, als ob die Sternenwelt die Bedeutung ihres Erforschers ahnte. Am Begräbnistag (7./17. November) nach Einbruch der Nacht öffnete sich der Himmel und feurige Kugeln fielen aus ihm herab, gleichsam Grabeslampen für den großen Toten.

Und nun erwarten wir von unseren Gästen, die mit Einzelheiten der Regensburger Geschichte nicht vertraut sein können, die vorwurfsvolle Frage: „Wie kam es, daß Regensburg, dem die Ehrenwacht am Grabmal Keplers anvertraut war, dieses und sogar die Erinnerung an die Begräbnisstätte verloren gehen ließ?“ Das Grabmal fiel den großen Kriegswirren zum Opfer. Als Kepler starb, war der Schwedenkönig Gustav Adolf bereits

in Pommern gelandet. Nach der Schlacht bei Breitenfeld durchschritt er in raschem Siegeszug Deutschland, erkämpfte sich im Frühjahr 1632 am Lech den Eintritt nach Bayern und belagerte Ingolstadt. Auf den Rat des sterbenden Tilly besetzte der Kurfürst Maximilian mit großer Heeresmacht Regensburg, den Schweden zuvorkommend, deren König das Festungsdreieck Regensburg, Ulm und Augsburg zur Operationsbasis für seine Unternehmungen in Süddeutschland machen wollte. Tilly hatte gesagt, in Regensburg stehe die Kaiserkrone und der bayerische Kurhut auf dem Spiel. Während Gustav Adolf Ingolstadt vergebens berannte, wurde Regensburg in fieberhafter Eile in den Verteidigungszustand gesetzt, Schanzen aufgeworfen, das Vorgelände der Festung rasirt; bei dieser Gelegenheit wurde auf Befehl des bayerischen Kommandanten mit dem Abbruch des damals außerhalb der Stadt liegenden Friedhofs St. Peter begonnen (30. April alten Stiles), wobei die schönsten Grabmäler verloren gingen. Da aber Gustav Adolf sich nicht gegen Regensburg, sondern gegen München wandte, wurde die Zerstörung des Friedhofs wieder eingestellt, aber nach anderthalb Jahren fortgesetzt, als am 25. Oktober 1633 (alten Stiles) die Schweden, die nach dem Tode ihres Königs unter dem Herzog Bernhard von Weimar standen, gegen Regensburg heranrückten. Es folgte die Belagerung und Einnahme Regensburgs durch die Schweden und im nächsten Jahr, 1634, die Zurückeroberung Regensburgs durch die Kaiserlichen. Durch beide Belagerungen hat die Stadt schwer gelitten, und als diese vorüber waren, kam zur Plage des Krieges noch die Pest, welche zwei Drittel der Bevölkerung hinweggerafft haben soll. Ein Übermaß von Leiden wurde damals auf Regensburg gehäuft und so ist das Schickal von Keplers Grab begreiflich; aber die Möglichkeit, es zu retten, bestand gleichwohl. 1636 starb hier Keplers zweite Frau Susanna, die nach dem Tode ihres Mannes hieher übergesiedelt war. Würden die Regensburger die Bedeutung Keplers erkannt haben, dann hätten sie mit Hilfe seiner Frau, solange sie lebte, und seiner Freunde sein Grab nach der Zerstörung festgestellt, und 1637, als der Friedhof wieder erneuert wurde, ein neues Denkmal errichtet. Aber man ahnte die Größe Keplers nicht und so wurde das Grabmal nicht erneuert und ging auch die Erinnerung an die Begräbnisstätte verloren, wie bei irgend einem gewöhnlichen Menschen.

Die Regensburger in der Zeit des 30jährigen Krieges können also von dem Vorwurf einer gewissen Nachlässigkeit gegenüber dem Grabe Keplers nicht freigesprochen werden.

Anderthalb Jahrhunderte dauerte es, bis es Regensburg zum Bewußtsein gebracht wurde, daß es sich rühmen dürfe, die irdischen Überreste eines der größten deutschen Forscher zu bergen. 1786 verfaßte der Rektor des reichsstädtischen Gymnasiums Ostertag eine Schrift, in der er den Deutschen überhaupt und seinen Mitbürgern im besonderen die Größe Keplers vor Augen stellte und die Anregung gab, dem berühmten Mann hier ein Denkmal zu errichten. Aber erst 22 Jahre später (1808) unter Dalberg, dem Regensburger Erzbischof, dem feinsinnigen Förderer von Kunst und Wissenschaft, wurde der Gedanke verwirklicht und Kepler erhielt hier zuerst in ganz Deutschland ein Denkmal von Ansehen; es ist zwar weniger stattlich als das zwei Menschenalter später in seiner Geburtsstadt errichtete, aber von großem künstlerischem Wert. Es stammt aus einer Zeit mit erlesenem

Kunstgeschmack. Hervorragende Meister, Dalbergs Architekt d'Herigoyen und die Bildhauer Dannecker und Döll, haben es geschaffen. Ein angesehener Astronom aus dem Benediktinerorden, Pater Plazidus Heinrich, verfaßte die noch heute beachtenswerte Festschrift. 1842 hielt Kepler seinen Einzug in der Walhalla. Kurz vorher (1841) glaubte der Historische Verein der Oberpfalz und von Regensburg für die Festschrift anlässlich seines zehnjährigen Bestehens keinen würdigeren Gegenstand wählen zu können als die Darstellung von Keplers Beziehungen zu Regensburg. Den Anlaß zu dieser Festschrift gab abgesehen von dem Jubiläum auch der Umstand, daß man in einem dem Historischen Verein gehörigen Ölgemälde ein Porträt Keplers entdeckt zu haben glaubte. Das war ein Irrtum, der aber erst später erkannt wurde, sodaß Keplers Büste in der Walhalla nach diesem falschen Bild gefertigt wurde. 1871 beging der Historische Verein den 300. Geburtstag Keplers in einfacher, aber würdiger Weise. Kurz vorher hatte der Hauptmann Karl Woldemar Neumann Keplers Wohnhaus während seines vorletzten Aufenthalts und sein Sterbehaus durch sorgfältige Studien einwandfrei festgestellt. Der gleiche Mann hat im Bund mit dem württembergischen Notar Gruner und dem Wiener Hochschulprofessor Reitlinger eine Keplerbiographie in vier Bänden geplant, ein mehr volkstümliches Seitenstück zum großen wissenschaftlichen Werk von Dr. Frisch. Leider ist nur der erste Band herausgekommen, ein trotz seiner Weiterschweifigkeit vortreffliches Buch. Der im Historischen Verein verwahrte literarische Nachlaß Neumanns enthält viel wertvolles Material, das für die folgenden Bände bestimmt war.

So habe ich in aller Kürze die Beziehungen Keplers zu Regensburg dargestellt. Mein wahrheitsgetreuer Bericht ist für unsere Stadt im ganzen ehrenvoll, besonders erfreulich ist die Gastfreundschaft, die Kepler und die Seinigen hier wiederholt und lange genossen. Freilich hat die Stadt die Aufgabe, an seinem Grab Ehrenwacht zu halten, nicht immer erfüllt; aber spätere Geschlechter haben das in Deutschlands leidvollster Zeit Veräumte wieder gut gemacht. Auch die heutige Feier ist ein Glied in der Kette von Huldigungen, welche Regensburg dem Genius Keplers seit anderthalb Jahrhunderten darbringt. Machen wir übrigens unseren Voreltern es nicht allzusehr zum Vorwurf, daß sie den Genius nicht erkannten. Wer weiß, wie viele neue Bahnen beschreitende Zeitgenossen wir verkennen! Die Vorsehung läßt es zu, daß mit der Überschreitung des gewöhnlichen Maßes oft das Martyrium verbunden ist, zu dem auch die Verkennung gehört; auch Kepler blieb es nicht erspart. Ihm ward aber die Kraft verliehen, das ihm bestimmte Leid zu überwinden und sein großes Lebenswerk zu vollenden. Da überdies spätere Geschlechter darin wetteiferten, die Größe Keplers anzuerkennen, so hat sein Schicksal als ganzes bei allem Schmerzlichen etwas Verfühnendes und niemand würde dies mehr anerkennen, als der Mann, in dessen Namen wir uns heute versammelten, Johannes Kepler selbst, der edle, großherzige Mensch.

*

Sodann feierte im Namen des Naturwissenschaftlichen Vereins Prof. Dr. S t ö c k l Kepler als Naturforscher.

REDE VON PROF. DR. KARL STÖCKL, REGENSBURG:

KEPLER UND DIE NATURWISSENSCHAFTEN.

Mit Ihnen, hochverehrte Anwesende, huldigt der Naturwissenschaftliche Verein Regensburg dem Andenken Keplers — des größten Naturforschers, der hier während der mehr als zweitausendjährigen Geschichte dieser altherwürdigen Reichsstadt sein Erdendasein beschloß.

Andere Völker begehnen die Erinnerung an die großen Geisteshelden ihres Stammes in glanzvollen Festen; sie halten damit das Andenken an deren Taten wach und sie ehren sich selbst, indem sie ihre großen Toten ehren. So haben die Engländer vor einiger Zeit ihren Newton, die Niederländer ihren Huyghens, die Italiener ihren Galilei, ihren Volta gefeiert und deren Ruhm in der ganzen Welt von neuem verkündet.

Unser Kepler ist nicht weniger bedeutend als einer dieser großen Naturforscher — im Gegenteil! Hat doch gerade er die Grundlagen geschaffen, auf denen die anderen weiterbauten — die Grundlagen der modernen induktiven Naturforschung, die Grundlagen des modernen naturwissenschaftlichen Denkens, die Grundlagen für eine mechanische Erfassung der Vorgänge in unserem Planetensystem.

Unser unglückseliges, arm gemachtes Vaterland kann die Erinnerung an einen der größten und erfolgreichsten seiner Söhne nicht so glanzvoll begehnen; dazu fehlen eben die Mittel! Um so innigeren Dank verdient die Stadt Regensburg, die getreue Hüterin des ältesten Kepler-Denkmals: sie hat ja in dieser armseligen Zeit die Gelder zur Verfügung gestellt, die eine Huldigungsfeier wenigstens in bescheidenem Maße ermöglichen. Hiefür dankt der naturwissenschaftliche Verein von Herzen. Er dankt Ihnen allen, die Sie unter persönlichen Opfern zum Teil aus weiter Ferne bis von den Gestaden des Meeres herbeieilten. Er dankt allen denjenigen von Ihnen, die durch ihre Kunst und ihre hohe Begeisterung das Fest verschönern und ausgestalten.

Von Beginn der Neuzeit bis herauf auf unsere Tage, wo ein Großteil der naturwissenschaftlichen Nobelpreise auf die Gelehrten unseres Vaterlandes entfällt, hat Deutschland der Welt eine Reihe glänzender Naturforscher geschenkt — hervorragende Männer, die unsere Kenntnisse von den Naturkräften förderten und unseren Einblick in die Geheimnisse des Naturgeschehens erweiterten und vertieften; Männer, welche die Menschheit in der Beherrschung der Naturkräfte um ein großes Stück vorwärtsbrachten — wahre Wohltäter des Menschengeschlechtes. Zeitlich an der Spitze dieser ruhmreichen Schar steht Kepler.

In Kepler finden wir die höchsten Forschertugenden auf's glücklichste vereinigt: er war ein außerordentlich geistreicher Mann; ein bewundernswertes Assoziationsvermögen und eine erstaunliche Kombinationsgabe ward ihm eigen. Ein Geistesblitz löste in ihm sofort einen neuen aus. Wie ihm irgend ein Problem gegenübertrat, suchte sein erleuchteter Geist alsbald nach Möglichkeiten, wie man diese Aufgabe mit anderen Erschei-

nungen in Verbindung bringen könnte. Er war von einem seltenen Intuitionsvermögen; ihn befehlte ein innerliches, mystisches Schauen, ein Ahnen der Wahrheit und der inneren Zusammenhänge zwischen den einzelnen Formen des Naturgeschehens. Er konnte von sich sagen, daß ihn ein Genius begleitet, der ihm die Wahrheiten aus der Ferne zulispelte.

Seine Phantasie war von einer nimmer sich erschöpfenden Lebhaftigkeit; er besaß gleichzeitig eine außerordentliche Schärfe des Geistes, eine ungewöhnliche Begabung für das Exakte und einen eisernen Fleiß, strengste Liebe zur Wahrhaftigkeit, die jedem Selbstbetrug entging, und ein hohes Maß von Eigenkritik.

Er vertrat stets die Forderung, daß man die Natur durch sorgfältigste Beobachtung ihrer Erscheinungsformen studieren müsse; das klingt uns heute als ganz selbstverständlich — damals aber belächelte man ihn wegen dieser Anschauung und entgegnete ihm, man müsse die Natur aus den Schriften der Alten, besonders aus den Werken des Aristoteles studieren.

Keplers Auffassung des Kosmos können wir Menschen des 20. Jahrhunderts uns vielleicht am ehesten durch den Hinweis auf eine gewisse Ähnlichkeit mit Goethes Erfassung der Natur nahebringen. Beide durchschauen ihren Gegenstand als ein Ganzes, dessen Äußerungen sie zu einer wohlgegliederten, festen, in sich selbst begründeten Einheit zusammenschließen.

Die Himmelskundigen vor ihm — Kopernikus miteingeschlossen — gingen bei ihren Untersuchungen von der als ganz selbstverständlich angenommenen Hypothese aus, daß die Himmelskörper in ihrer Vollkommenheit sich nur auf der vollkommensten Kurve — das war nach ihrer Meinung eben der Kreis — bewegen können. Diese Hypothese machte jeden Fortschritt unmöglich, und erst dadurch, daß Kepler sich von ihr frei machte, bekam er den Weg zu seinen großen Zielen und Erfolgen offen.

Keplers naturwissenschaftliches Denken verrät sich vor allem dadurch, daß er voraussetzungslos an seine Probleme heranging, daß er sich nicht von althergebrachten Hypothesen leiten ließ, auch dann nicht, wenn die Anschauungen noch so altherwürdig waren, auch dann nicht, wenn dieselben durch noch so viele und noch so große Autoritäten gestützt erschienen.

„In den Naturwissenschaften gilt nur das Gewicht der Tatsachen und der Vernunftgründe, nicht das Gewicht der Autorität“, sagt er in seiner Einleitung zur „Astronomia Nova“.

Mit dieser bewußten Zurückweisung von Hypothesen wird Kepler zum Vater und Begründer des naturwissenschaftlichen Denkens. Er steht an einer bedeutamen Wende in der Entwicklung des geistigen Lebens. Zur Umformung des Denkens, die sich damals vollzog, hat er sehr viel beigetragen. Er führte die Idee einer physikalischen Begründung der Bewegung der Planeten in das neue Weltbild ein.

Er leitet die Erscheinungen aus ihren wahren Ursachen ab, wie er uns auf dem Titelblatt seines Hauptwerkes stolz verkündet. Er rühmt sich, zum erstenmal eine Astronomie ohne Hypothesen entwickelt

zu haben, und ist sich der grundsätzlichen Bedeutung dieser Tat vollkommen bewußt, wie er durch seine Apostrophierung des in der Bartholomäusnacht ermordeten Pierre de la Ramée (Professor an der Pariser Sorbonne) beweist, der einstmals — in Hinsicht auf Kopernikus — den Wunsch ausgesprochen hatte, es möchte doch aus den zahlreichen und vornehmen Schulen Deutschlands ein Philosoph hervorgehen, der gleichzeitig Mathematiker ist und der eine hypothesenfreie Astronomie ausarbeitet. Diefem verspricht er ewigen Ruhm und eine königliche Professur in Paris; ja, er erklärt sich sogar bereit, ihm seine eigene Professur abzutreten.

In der Einleitung zu seiner „Neuen Astronomie“ ruft ihm Kepler zu: „Mein lieber Ramus, es ist gut, daß du tot bist; sonst müßtest du mir jetzt Platz machen. Hier ist eine Astronomie ohne Hypothesen, gegründet nur auf die Gesetze der Physik.“

Für Keplers Einstellung Hypothesen gegenüber sind folgende Sätze bezeichnend: „Hypothesen sind bloße Einbildungen“, schreibt er einmal, „ich nehme nur das als wahr an, was sich physisch als wahr darstellt. Dieses Verfahren ist mein Vergnügen und mein Ruhm, der mir nachfolgen wird“, oder an anderer Stelle (gegen Longomontanus): „Hypothesen, welche nicht in der Natur begründet sind, lehne ich ab“ — Gedanken also ähnlich wie später in dem Satze Newtons: „Hypotheses non fingo“.

Schon die Auffindung der wahren Bahnform der Planeten würde genügen, Keplers Namen unsterblich zu machen. Für die Schaffung des modernen Weltbildes hat er wesentlich mehr geleistet. Er ist der Vater der Himmelsmechanik, der Begründer der Lehre von einer allgemeinen Attraktionskraft. Er hat zum ersten Male Physik und Astronomie bewußt aufs engste miteinander verknüpft — eine Verbindung, welche in der Folgezeit für den Geist der gesamten Naturforschung die herrlichsten Früchte bringen sollte.

Sein Hauptwerk „Astronomia Nova“ trägt als Untertitel die Worte „Physica coelestis“, Himmelsmechanik. Kepler will nicht bloß die Bewegungen möglichst vollkommen darstellen, er will auch die Bewegungsgesetze finden und begründen. „Die ersten Keime zu der ganzen Lehre der Mechanik des Himmels liegen in Keplers Schriften begründet“, sagte der Franzose Laplace, der zweihundert Jahre nach Kepler selbst eine berühmte Himmelsmechanik schrieb.

Die Himmelskundigen vor Kepler waren ausschließlich um die Verbesserung der rein geometrischen Methoden zur Darstellung der Planetenbahnen bemüht. Nach der Ursache der Bewegungen fragten sie wenig oder gar nicht. Kepler führt zum erstenmal den Begriff einer Kraft ein, die auf der Sonne ihren Sitz hat und welche alle Bewegungen in unserem Planetensystem beherrscht: er redet zum ersten Male von einer allgemeinen Attraktionskraft.

Die ganze Größe eines erfolgreichen Naturforschers zeigt sich uns nicht bloß in jenen Leistungen, die er ganz zu Ende führt; in jenen Problemen, die er restlos aufklärt. Auch in der Behandlung jener Aufgaben, die er vorbereiten hilft, zeigt sich seines Geistes Macht. Gewiß hat Newton dem

Gravitationsgesetze die endgültige Form gegeben. Aber es wäre durchaus falsch, wollte man annehmen, daß er der erste war, welcher dieses Problem überhaupt anging, und daß vor ihm niemand sich mit solchen Fragen beschäftigt hätte. Es ist eine weitverbreitete Meinung, daß große Ideen, folgenschwere Entdeckungen und Erfindungen auf einmal als fertige Erkenntnis, als reifer Satz dem Geiste eines Naturforschers entquellen — etwa wie einstens Pallas Athene in vollem Waffenschmucke dem Kopfe des Zeus entstieg. In Wirklichkeit hat jede Entdeckung ihre lange Geschichte — auch das Gravitationsgesetz: Kepler hat an der Entwicklung, welche zu diesem Gesetze führte, den bedeutendsten Anteil. Die wesentlichsten Züge jenes univerrfellen Gesetzes finden wir in Keplers Schriften alle: wir lesen dort, daß die Attraktionskraft mit wachsender Entfernung abnimmt, und zwar wahrscheinlich mit dem Quadrate der Entfernung, und wir finden dort auch Betrachtungen über die Trägheit sowie darüber, welchen Einfluß die Massen haben, die sich anziehen.

Dieses Verdienst Keplers hat kein Geringerer als Alexander von Humboldt in seinem Kosmos des öfteren betont, z. B.:

„In der Gedankenentwicklung über kosmische Verhältnisse war Kepler — volle 78 Jahre vor Newtons Entdeckung — einer mathematischen Anwendung der Gravitationslehre am nächsten“
oder:

„Die ausschließliche Bezeichnung des Gravitationsgesetzes als Newtonsches Gesetz enthält fast eine Ungerechtigkeit gegen das Andenken des großen Mannes“.

Die historische Gerechtigkeit verlangt es, das Gravitationsgesetz als
Kepler-Newton'sches Gravitationsgesetz
zu bezeichnen.

Kepler hat also als Erster die große Aufgabe in Angriff genommen, die Planetenbewegung als ein rein mechanisches Geschehen zu begreifen. Daß er das bewußt und planmäßig tat, sehen wir aus seinem Briefe an seinen besonderen Gönner und Freund, den bayerischen Kanzler Herwart von Hohenburg:

„Mein Ziel ist es, zu zeigen, daß die himmlische Maschine gleichsam eine Art Uhrwerk ist, insofern nahezu alle die mannigfaltigen Bewegungen von einer einzigen Kraft besorgt werden, wie bei einem Uhrwerke alle Bewegungen von einem fallenden Gewicht. Und zwar zeige ich auch, wie diese physikalische Vorstellung rechnerisch und geometrisch darzustellen ist.“

Mit einer derartigen Auffassung eilte Kepler seiner Zeit weit voraus, so weit, daß ihm kaum jemand damals folgen konnte; auch Galilei nicht, der noch 1633 (also mehr als 23 Jahre nach dem Erscheinen der „Astronomia Nova“) sagte, daß das Problem der Marsbahn nicht gelöst sei.

Mit seinen neuen Methoden steht Kepler am Eingange einer neuen Forschungsperiode, die er durch seine „Neue Astronomie“ einleitet. Wir können ihn als den ersten und ältesten der modernen Naturforscher betrachten,

welcher sich in feinem Streben nie und nimmer durch vorgefaßte Meinungen beirren ließ. So ragt er bis in unsere Zeit herein und die von ihm in die Naturwissenschaft eingeführten Methoden wirken heute noch höchst lehrreich fort.

Uns hier in Regensburg leuchtet die Walhalla — ein weithinragendes Denkmal, den Unsterblichen unseres Volkes zur Ehre gesetzt, ein erhabener Plan unseres unvergesslichen großen Königs Ludwig I., der am 18. Oktober 1830 (also vor 100 Jahren) feierlich den Grundstein zu diesem Ehrentempel legte.

Einer der ersten Geisteshelden, die in Walhall einzogen, war Kepler „der Sternkundige“, wie die Aufschrift auf der Büste uns kündigt, die Bildhauer Schöpf 1841 modelliert hat.

Kepler ist aber nicht bloß einer der Größten unseres Volkes — das ganze Menschengeschlecht muß ihn unter die Hervorragendsten der Erdensöhne rechnen: hat er doch als Erster die wirklichen Bahnen der Planeten ermittelt und ihre Bewegungsgesetze gefunden und damit eine Aufgabe gelöst, an der die bedeutendsten Denker aller vorhergehenden Jahrhunderte und Jahrtausende sich vergeblich bemüht hatten.

Vielleicht wird das Menschengeschlecht in fernen Tagen einmal reif, den Plan unseres Königs ins Große zu übertragen: vielleicht erhebt den wirklich großen Menschen einstmals in einer paradiesisch schönen Landschaft ein Ruhmestempel — ohne Ansehen von Volk und Stand und Bekenntnis — denjenigen also, welche die Menschheit wirklich förderten, förderten in der Erkenntnis der Natur und in der Beherrschung der Naturkräfte.

In diesem „Ruhmestempel der Menschheit“ wird auch Keplers Bild Platz finden als des Vaters der modernen Astronomie, des Schöpfers der Himmelsmechanik, der als Erster eine Astronomie ohne Hypothesen schuf und so zum Vater des naturwissenschaftlichen Denkens wurde, zum Vater der modernen Naturwissenschaften.

III. HULDIGUNGSGEFIER IM REICHSSAAL.

Am 25. September fand im alten Reichssaal — also dort, wo der „Kaiserliche Mathematiker“ Kepler im Gefolge des Kaisers Matthias 1613 als Gutachter bei den Verhandlungen über die Einführung des Gregorianischen Kalenders erschienen war und wo er im Jahre 1630 seine Gehaltsansprüche persönlich vertreten wollte — die große Huldigung statt, bei welcher der Direktor der Leipziger Sternwarte, Herr Universitätsprofessor Dr. Bauschinger, in einer klassisch schönen Rede das Andenken des unsterblichen Mannes feierte.

Der Reichssaal hat in alten Zeiten viele glänzende Versammlungen gesehen, wenn der Kaiser, umgeben von den deutschen Fürsten, hier thronte. Seit dem Untergange der alten Kaiserpracht aber sah er wohl kaum ein derartig hehres Bild wie am 25. September. Die Plätze, die einstmal die Fürsten des Reiches in ihren glänzenden Trachten einnahmen, schmückten nunmehr die farbenprächtigen Talare der Fürsten der Wissenschaft — unter ihnen auch der Rektor der ältesten deutschen Universität in feinem prachtvollen roten, pelzbefetzten Talar mit der Jahrhunderte alten goldenen Amtskette, der Rektor der Deutschen Universität Prag, Herr Dr. theol. August Nägele.

FESTREDE VON UNIV.-PROF. DR. BAUSCHINGER, LEIPZIG:

Diese Feier ist bestimmt, den Manen eines großen Deutschen, der in einer Zeit größter Darniederlage den deutschen Namen unter den Völkern hochhielt, unsere Huldigung darzubringen — Regierung, Wissenschaft, das ganze deutsche Volk.

In diesen Tagen vor 300 Jahren, anfangs Oktober 1630, trat der Kaiserliche Mathematiker Johann Kepler von Sagan in Schlesien, wo er am Hofe des Reichsfürsten Wallenstein die letzte Zufluchtsstätte seines bewegten Lebens gefunden hatte, seine letzte weite Reise nach Regensburg an, wo er vom Kaiser und den tagenden Reichsfürsten die großen Rückstände seines Gehaltes erheben wollte. Schwere Sorge um die Zukunft seiner Familie trieben den frühgealterten ergrauten und gebeugten Mann in die Strapazen eines Rittes, die, schon ohnehin beschwerlich, durch die Not der Zeit noch erheblich gesteigert wurden. Denn es war eine wilde und gärende Zeit, im zwölften Jahre des Dreißigjährigen Krieges; eine ungeheure Spannung brütete über Deutschland wie in Ahnung, daß es noch viel schlimmer kommen sollte. Die Ausführung des Restitutionsediktes warf ihre Schatten voraus, Wallenstein war eben vom Reichstag seines Amtes als Führer der Kaiserlichen Heere entbunden worden, und der schwedische König stand schon auf deutschem Boden und trat seinen Eroberungszug an. Kepler wählte der Sicherheit halber den Weg über Leipzig, wo er bei seinem getreuen Freund, dem Mathematiker Philipp

Müller, dessen Bildnis noch in den Räumen der Universität hängt, eine Woche lang ausruhte und dann auf der alten Reichsstraße nach Regensburg zog — in gedrückter Stimmung und von Todesahnungen erfüllt, wie Einschreibungen in erhaltene Stammbücher bezeugen. Nach einem zehntägigen Ritt langte er anfangs November in Regensburg an. Völlig erschöpft erkrankte er nach drei Tagen am kalten Fieber und starb trotz sorgfältigster Pflege seiner zahlreichen in Regensburg zurückgebliebenen Freunde am 15. November. Unweit der Stelle, wo heute ein Denkmal steht, wurde er auf dem evangelischen Friedhofe Weih Sankt Peter (außerhalb der Mauern) begraben. Viele Freunde und Mitglieder des Reichstages gaben ihm ein ehrenvolles Geleit. — Es ist später die Legende entstanden, er sei den Hungertod gestorben; das erhaltene umfangreiche Inventar seines Nachlasses widerlegt dies, aber die Familie, Frau und zwei unmündige Kinder, sind nach wenigen Jahren im Elend des Krieges untergegangen und verschollen, denn die kaiserliche Schuld, um derenwillen Kepler nach Regensburg gereift war, wurde nie eingelöst.

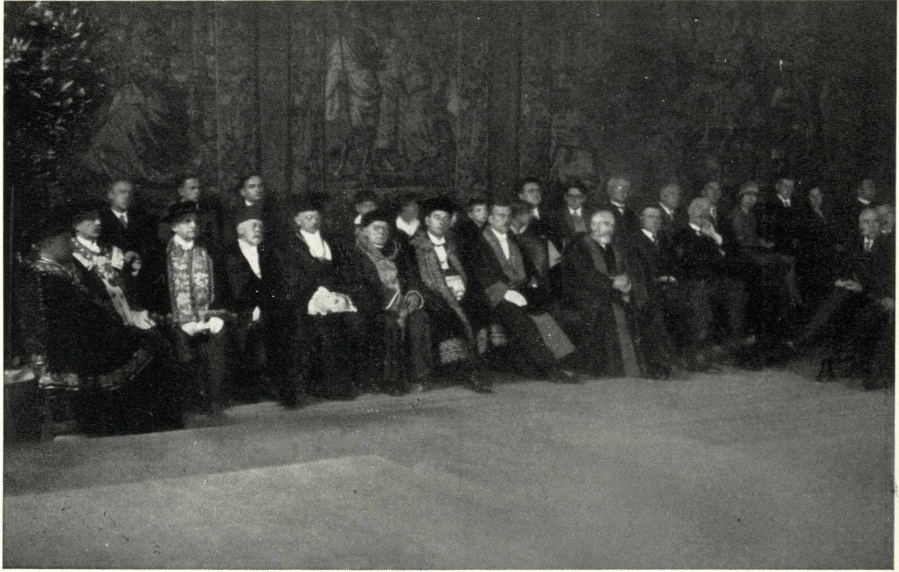
Keplers Tod bedeutet für Deutschland den Abschluß einer zweihundertjährigen wundervollen Entwicklung der Astronomie auf deutschem Boden, dem ein Zeitraum von über hundert Jahren der traurigsten Darniederlage aller astronomischen Forschung folgte: Keplers Saat ging in fremden Ländern auf. Aber sein Leben noch umspannte eine hohe Blütezeit und in den letzten dreißig Jahren hat man viele Dreihundertjahrjubiläen feiern können und Keplers Name hätte fast bei keinem gefehlt: denken wir nur an die Erfindung des Fernrohres und Galileis Entdeckungen am Himmel, die Erfindung der Logarithmen durch Napier und Bürgi und die Keplerschen Gesetze der Planetenbewegung. Mit diesen äußeren Merkmalen ist die Zeit Keplers jedoch noch nicht völlig gezeichnet, es vollzieht sich in ihr auch eine innere Umwälzung der Gedankenwelt, die ihresgleichen in der Geschichte des menschlichen Geistes sucht, der Übergang von der Pythagoräischen Mystik zur induktiven Forschung, von der metaphysisch-theologischen Scholastik zur Wissenschaft von der Natur. Es ist Keplers unbefrittener Ruhm, an der großen Zeitenwende als erster und lange Zeit größter Kämpfer gestanden zu haben. Wer sich in Keplers Werke vertieft, wird sich der Empfindung nicht erwehren können, wie in dieser Seele die Schauer der Mystik mit dem Licht der neuen Anschauungen im Kampfe liegen. Was C. F. Meyer von dem hundert Jahre früher auf einem anderen Felde ringenden Luther sang, gilt auch von Kepler:

„In feiner Seele kämpft, was wird und war,
Ein keuchend hart verschlungen Ringerpaar.

Sein Geist ist zweier Zeiten Schlachtgebiet,
Mich wundert's nicht, wenn er Dämonen sieht.“

Wenn man Keplers Werk ganz würdigen will, muß man einen Blick werfen auf die Entwicklung der Astronomie seit den Ursprüngen der Kultur der Menschheit — ein erhebendes Bild, das in der Geschichte der

Wissenschaften einzig dasteht, ein Gang durch Völker und Zeiten, wo die Großen einander grüßen wie die Gipfel der Alpenriesen. In den Ebenen von Babylon wurde die Astronomie geboren. Als Alexander der Große nach Babylon kam, zeigten seinem Astronomen Kallisthenes die Priester-astronomen, die Chaldäer, Beobachtungen, die über 1900 Jahre zurück-lagen. Zweieinhalb Jahrtausende vor Beginn unserer Zeitrechnung waren die Chaldäer schon so weit, systematisch den Himmel zu beobachten, und von da führt eine ununterbrochene Reihe bis an die Tage der helleni-stischen Zeit, wo Griechen das reiche Erbe übernehmen. Wenn diese ihren Hipparch den Vater der Astronomie nannten, so haben die Ausgrabungen der Keilschriften gelehrt, daß schon drei bis vier Jahrhunderte vor ihm die bis dahin unbekanntes Chaldäer Naburiannu und Kidinnu, die Zusammen-fasser einer zweitausendjährigen Entwicklung, Mond- und Sonnenlauf und die Präzession der Äquinoktien so genau wie Hipparch selbst gekannt haben und daß sie diejenigen sind, die Ptolemäus im Almagest die „Alten“ und die „Noch Älteren“ nennt. Was griechischer Geist fast ein halbes Jahr-tausend lang aus dem chaldäischen Erbe und aus eigenen Beobachtungen, insbesondere auf dem Museum zu Alexandria, schuf, hat Ptolemäus, in glücklichster Vermischung orientalischer und griechischer Forschung, in der Antoninenzeit in einem Werk, der „Megale Syntaxis“, zusammengefaßt, das durch eine fast unerhörte Gunst des Schicksals durch alle Stürme der Zeit erhalten geblieben ist und die babylonische und griechische Astronomie dem Abendland übermitteln hat. Alle weitere Entwicklung ist an dieses Werk geknüpft. Die Araber brachten es in Übersetzung von Alexandria nach Spanien und Sizilien und von da gelangte es ins Abendland, wo es in lateinischer Sprache die Grundlage alles höheren astronomischen Studiums, namentlich in den Klöstern, bildete, bis nach der Auswanderung der griechischen Gelehrten aus Konstantinopel, nach dessen Eroberung durch die Türken, auch der griechische Urtext dem Abendlande zugänglich wurde. Um die Mitte des 15. Jahrhunderts begann die Einwirkung des babylonisch-griechischen Werkes auf das Abendland, und zwar zuerst und lange Zeit allein, nicht nur in Deutschland, sondern im ganzen Abend-land, auf dem Boden, auf dem wir hier stehen, dem bay-risch-fränkisch-österreichischen Grenzgebiet. Georg Peurbach, geboren in dem gleichnamigen bayrisch-österreichischen Grenzort, hat zuerst die schwierigen Teile des Almagest, die Planetentheorien, in einem eigenen Werk bearbeitet, das fast hundert Jahre lang im Mittelpunkt aller astro-nomischen Studien stand. Sein größerer Schüler Regiomontanus, aus dem fränkischen Königsberg stammend, hat es nach Peurbachs frühem Tod voll-endet und durch die Herausgabe der „Ephemeriden“ (1473) der allge-meinen Praxis zugänglich gemacht. Diese Ephemeriden haben den Ruhm des fränkischen Astronomen durch das ganze Abendland verbreitet und haben bei der Entdeckung von Amerika eine bedeutungsvolle Rolle gespielt. Regiomontanus hatte seinen Wohnsitz in Nürnberg genommen, dessen kunstreiche, strebsame Bürgerchaft seinen Plänen entgegenkam. Hier entstand auf seine Anregung durch die Munifizenz reicher Bürger die erste Sternwarte des Abendlandes und, was vielleicht noch wichtiger war, wurde der gesamte mathematische und astronomische Nachlaß des Altertums durch



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Tafel II.

Huldigungsfeier im Reichssaal.

Teilausschnitt. Westseite.

1. Geheimrat Prof. Dr. Falke, Rektor der Universität Leipzig 2. Prof. Dr. Höhne, Rektor der Universität Greifswald.
3. Prof. Dr. Hofius, Prorektor der Universität Würzburg. 4. Geheimrat Prof. Dr. Fleischer, Rektor der Universität
Erlangen. 5. Prof. Dr. Nägle, Rektor der Deutschen Universität Prag. 6. Prof. Dr. Eißfeld, Prorektor der Universität Halle-
Wittenberg. 7. Prof. Dr. Plank, Rektor der Techn. Hochschule Karlsruhe. 8. Geheimrat Prof. Dr. Wolf, Direktor der Stern-
warte Heidelberg-Königstuhl; Vertreter der Universität Heidelberg, Präsident der Astronomischen Gesellschaft. 9. Ministerialrat
Dr. Majer, Wien, Vertreter des Oesterreichischen Bundesministeriums für Unterricht. 10. Geheimrat Prof. Dr. Le Blanc,
Universität Leipzig, Vertreter der Sächsischen Akademie der Wissenschaften.



10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Obere Reihe
	3	4	5	6		7	8	9			Mittlere Reihe
1					2						Untere Reihe

Tafel III.

Huldigungsfeier im Reichssaal.

Teilausschnitt. Offseite.

1. Prof. Dr. Schöffler, Vertreter der Universität Köln. 2. Prof. Dr. Rothmund, Rektor der Techn. Hochschule Stuttgart. 3. Prof. Dr. Ludwig, Rektor der Technischen Hochschule Dresden. 4. Geheimrat Prof. Dr. Krenker, Rektor der Technischen Hochschule Charlottenburg. 5. Geheimr. Prof. Dr. Offana, Rektor der Technischen Hochschule München. 6. Prof. Dr. André, Rektor der Universität Königsberg. 7. Geheimrat Prof. Dr. Müller, Rektor der Technischen Hochschule Hannover. 8. Prof. Dr. Schorr, Direktor der Sternwarte Hamburg-Bergedorf, Vertreter der Universität Hamburg. 9. Prof. Dr. Koenen, Rektor der Universität Bonn. 10. Prof. Dr. Stöckl, Regensburg. 11. Oberstudienrat Dr. Tromsdorff, Oberrealschule, Göttingen. 12. Prof. Dr. Caspar, Stuttgart. 13. Prof. Dr. Gerlach, Universität München. 14. Geheimrat Prof. Dr. Kienle, Direktor der Universitätssternwarte Göttingen, Vertreter der Universität Göttingen. 15. Geheimrat Prof. Dr. Kopff, Direktor des Astronomischen Recheninstituts, Berlin, Vertreter der Universitätssternwarte Berlin. 16. Prof. Dr. Dinger, Universität München. 17. Prof. Dr. Schwerd, Technische Hochschule Hannover. 18. Prof. Dr. Charlier, Direktor der Sternwarte Lund (Schweden) 19. Geheimrat Dr. Schwörer, Norgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft Berlin. 20. Prof. Dr. Wilkens, Direktor der Universitätssternwarte München.

die Druckerpresse allgemein verbreitet. Noch über ein Jahrhundert hinaus blieb Nürnberg der Mittelpunkt astronomischer Forſchung und überragte darin alle Univerſitäten Deutschlands. Regiomontanus war ein Mann der Tat und der Praxis; ſein Hauptverdienſt iſt die Übermittlung der Schätze der Altertums an die neue Zeit; die Fortentwicklung war die Aufgabe eines neuen Zeitalters und dieſes brach nun auch mit dem Beginn des 16. Jahrhunderts mit einer Fülle von Erfolgen an, die in Erſtaunen ſetzt. „Die Welt erlebt nicht leicht wieder eine ſolche Erſcheinung“, ſagt Goethe. Als größtes Ereignis darin ſteht für uns das Weltſyſtem des Kopernikus, das merkwürdigerweiſe fern von dem astronomiſchen Zentrum in der ſtillen Studierſtube eines Domherrn, fern im Oſten Deutschlands, 1500—1530 herangereift war —, das Werk nicht ſo ſehr eines Astronomen im eigentlichen Sinn, als eines Philoſophen, der die mathematiſchen und astronomiſchen Kenntniſſe des Altertums in ſich aufgenommen hatte. Kopernikus iſt ohne Ptolemäus nicht denkbar, wie dieſer nicht ohne die Babylonier. Nicht weil die Ptolemäiſche Planeten-Theorie ſchlecht mit dem Himmel übereinstimmte, noch weniger weil die Rechnung nach ihr eine umſtändliche war, veranlaßte Kopernikus zu ihrer Umgeſtaltung, ſondern, geleitet durch pythagoriſch-platonische Ideen, erſtrebte er eine Vereinfachung der Anſchauung des Weltbildes und fand dieſes in der Annahme der Bewegungen der Erde. Seine Bedeutung liegt demgemäß nicht auf mathematiſchem Gebiet — hier hatte Ptolemäus faſt alles geleistet —, ſondern auf philoſophiſchem, und die große gedankliche Leiſtung liegt darin, daß er vom flachen Sphäriſchen Bild in den Raum ging und daß er zuerſt den Begriff der relativen Bewegung faßte. In dieſem lediglich philoſophiſchen Fortſchritt liegt auch der Grund, warum die Theorie ſich ſo langſam auch in den urteilsfähigſten Köpfen des kommenden Jahrhunderts feſtſetzte — bei den Philoſophen, weil ſie von Ariſtoteliſchen Anſchauungen nicht laſſen wollten, bei den Astronomen, weil die neue Theorie bei dem Vergleich mit dem Himmel und bei der Berechnung der Planetenörter nicht mehr leiſtete als die alte. Der größte Astronom, der nach Kopernikus kam, Tycho Brahe, war gegen ihn und namhafte Gegner traten noch am Ende des 17. Jahrhunderts auf.

Die Abweichungen der beiden Theorien gegen den Himmel waren um 1550 auf ein unerträgliches Maß geſtiegen; man empfand allgemein die Krisis, in der ſich die Aſtronomie befand, und drei Gründe wandten das Intereſſe aller Stände der an ſich rein wiſſenſchaftlichen Frage, ob Ptolemäus oder Kopernikus, zu: der aſtrologiſche Wahn, in dem das ganze Zeitalter befangen war, der genaue Planetenörter forderte; die Bedürfniſſe der Schifffahrt im freien Ozean; und die Kalenderreform, inſbeſondere die Feſtlegung des Oſterfeſtes. Die Astronomen erkannten, daß man mit einer Ausbeſſerung der Syſteme nicht vorwärts kam, ſondern daß man von vorne beginnen mußte. Der Ruf „de novo“ erſcholl allgemein und das Zeitalter zauderte nicht, mit der ihm eigenen Wucht und Begeiſterung auch dieſe zweite Streiffrage, die neben der religiöſen ſo tief in die Weltanſchauung eingriff, in Angriff zu nehmen. Aber Deutschland ſtand hierin nicht an der Spitze, die religiöſen Fragen abſorbierten alle Geiſteskräfte und die Univerſitäten verſagten faſt völlig.

Ein dänischer Edelmann, Tycho Brahe, getragen durch fürstliche Gunst, schuf auf der Insel Hven eine Sternwarte von bis dahin unerhörter Leistungsfähigkeit und beobachtete mit einem Stab von Schülern durch zwanzig Jahre alle Erscheinungen am Himmel mit der ausgesprochenen Absicht, das Fundament zu erhalten, auf dem der neue Bau der Astronomie sich erheben sollte. Das Fundament war rund um 1600 fertig und harrte des Baumeisters. Dieser war Kepler.

Ein merkwürdiges Schicksal führte die beiden Männer zusammen, von denen der Fortschritt der Astronomie abhing, zwei Männer von ganz verschiedener gesellschaftlicher und geistiger Prägung, den dänischen Ritter, einen stolzen, hochfahrenden, aber ganz von Liebe zur Wissenschaft durchdrungenen Geist, und den schwäbischen, zum Landpfarrer bestimmten Bauernsohn, der in feltener Vereinigung eine mächtige Phantasie mit exaktem Forscherfinn verband. Tycho verlor die Gunst des dänischen Hofes und wanderte nach dem deutschen Kaiserhofe in Prag aus, wo ihm der wissenschaft- und kunstfreundliche Kaiser Rudolph II. eine einflußreiche Stellung bot; Kepler wurde durch die Gegenreformation aus Graz, wo er Lehrer am Gymnasium war, vertrieben und folgte dem Rufe Tychos nach Prag. Den Ruf vermittelte das Erstlingswerk Keplers, das „Mysterium Cosmographicum“. Es gereicht Tycho Brahe zur Ehre, daß er trotz ganz anders gearteter geistiger Einstellung aus ihm den Geist Keplers ahnte und in ihm denjenigen erkannte, der not tat. Das Zusammenwirken beider Männer dauerte nur kurze Zeit und hätte bei der Verschiedenheit beider Charaktere auch kaum Dauer gehabt, aber es genügte, um nach dem baldigen Tod Tychos Kepler in das Erbe einzusetzen und ihm für seine Lebensarbeit das Material zu sichern. Das erwähnte Mysterium Cosmographicum aus Keplers Grazer Zeit ist eines der merkwürdigsten Bücher. Kepler stand noch ganz im Banne der pythagoräisch-platonischen Ideen. „Rhythmus und Harmonie dringen am tiefsten in das Innere der Seele ein und ergreifen sie am stärksten“, sagt Plato, und Kepler konnte sich die erhabene Schöpfung Gottes ohne Harmonie nicht denken. Das Kopernikanische Weltssystem, dem Kepler seit seinen Tübinger Universitätsjahren unbedingt anhing, hatte die relativen Entfernungen der Planeten, die dem Ptolemäischen System fremd blieben, kennen gelehrt, und Kepler suchte nach der Harmonie in diesen Zahlenverhältnissen. Ganz ungleich unseren jetzigen naturwissenschaftlichen Abhandlungen, die alles Persönliche ausschalten, sind Keplers Schriften Bekenntnisse und Memoiren seiner Seele und wir erfahren aus ihnen jede Regung und jeden Schritt, den er unternahm. Das Problem fiel ihn an und die Lösung stand sofort vor seinem Geist. Die Frage war nach unseren Begriffen falsch gestellt und die Lösung war so falsch als möglich. Und doch — *ex ungue leonem* — jede Seite atmet das Genie und zeigt „die Gewalt feilischen Erlebens, ohne welche menschliche Größe nicht denkbar ist.“ Kepler brachte die Entfernungen der Planeten von der Sonne in Verbindung mit den fünf regelmäßigen Körpern der Geometrie, damit anzeigend, daß er noch ganz auf dem Boden der geometrischen Theorie der Alten stand, und die Grenze zur dynamischen, die er bald überschreiten sollte, noch nicht erreicht hatte.

Mit der Übersiedlung nach Prag trat der kaum Dreißigjährige in die zweite und wichtigste Epoche seines wechselvollen Lebens ein. Sein Geist war erfüllt mit platonischen Phantasien, aber betraut mit einer Aufgabe, die den exakten Forscher, ausgerüstet mit den mathematischen Hilfsmitteln seiner Zeit forderte. „Durch Logik schafft man nichts Neues; nur die Phantasie, die innere Anschauung sieht Neues.“ Kein Geist konnte glücklicher ausgestattet sein als der Keplers, um aus dem ungeheuren von Tycho Brahe aufgefammelten Material herauszuholen, was die neue Astronomie forderte: Phantasie, die neue Wege zeigte und Kritik, die falsche zurückwies; unentwegte durch Jahre anhaltende Zähigkeit in der Verfolgung des Zieles, verbunden mit dem eisernen Fleiß des Genies und ein freier Blick, der vorüberfah an altüberkommenen Vorurteilen und an neuen Menschlichkeiten. Kepler war von seines Lehrers Mästlin Schule her Anhänger des Kopernikanischen Systems und dieses so auszubauen, daß es den Beobachtungen genüge, war die Aufgabe, die er sich stellte und die er löste. Das Resultat waren die zwei ersten Gesetze, die seinen Namen unsterblich gemacht haben. — Die Menschheit leidet von Urbeginn an gewissen Vorstellungen, die unausrottbar scheinen. Eine davon war die von der Unbeweglichkeit der Erde, die selbst einen so klaren Kopf wie Ptolemäus hinderte sie zu überwinden, obwohl er die Vorteile des Gegenteils völlig durchschaute, und die noch vierzehnhundert Jahre bis Kopernikus die Menschheit in Bann hielt. Eine andere war die, daß die Himmelskörper wegen ihrer Erhabenheit sich nur in der vollkommensten geometrischen Figur, dem Kreise, und nur mit gleichförmiger Geschwindigkeit bewegen können; auch Kopernikus hielt daran noch fest, und erst Kepler brach mit dem alten Wahn, indem er die Natur direkt befragte. Als Kopernikus die Erde um die Sonne führte, hatte er die Basis gewonnen, die Entfernungen der Planeten zu bestimmen. Er nahm die Bahnen als Kreise an, wenn ihn auch, wie schon vorher den Ptolemäus, die rohesten Beobachtungen zwangen, die Mittelpunkte dieser Kreise nicht in die Sonne, sondern exzentrisch dazu zu verlegen.

Vor Kepler lag nun die bisher noch unbehandelte Aufgabe, aus Tycho Brahes Beobachtungen die Entfernungen der Planeten von der Sonne, zunächst für den Mars in verschiedenen Punkten ihrer Bahn zu berechnen und daraus die wahre Bahnkurve zu ermitteln. Mit großem Scharfsinn kombinierte er die Beobachtungen und überwand die für die damalige Zeit bedeutenden mathematischen Schwierigkeiten, bis er nach zahlreichen vergeblichen Versuchen, die alle eingehend beschrieben werden, die richtige Kurve und die Bewegung in ihr entdeckte: die Ellipse, in deren einem Brennpunkt die Sonne steht, und den Flächensatz d. h. den Inhalt seiner zwei ersten Gesetze. Das Werk erschien 1609 und hatte den stolzen Titel: *Astronomia nova seu Physica coelestis*. Neu war in der Tat alles in ihm: es war eine Astronomie ohne Hypothesen d. h. ohne vorherige Annahme einer bestimmten Bahnkurve; neu war die Methode, denn hier zum ersten Male kommt die *i n d u k t i v e* Methode in der Naturwissenschaft zu Wort, und die Philosophie nicht weniger als die exakte Forschung anerkennen die Bedeutung der Tat Keplers; neu war endlich der physikalische Geist, der das Ganze durchzieht; die alten Weltsysteme waren eine Geometrie des

Himmels, hier erscheinen die Anfänge einer Physik oder Mechanik des Himmels, ohne welche die Entdeckung Newtons unmöglich gewesen wäre. Diese letztere Tatsache zeigt am deutlichsten, daß Kepler an der Wende zweier Welten stand und nicht nur der Astronomie, sondern allen exakten Naturwissenschaften die Wege in die neue Weltbetrachtung zeigte. Nachdem Kepler gefunden hatte, daß die Sonne in dem Mittelpunkt der Bewegungen stand, ist es erstaunlich zu sehen, wie nahe er der Entdeckung des Newtonschen Gravitationsgesetzes war. Aber noch mußte die Klärung des Kraftbegriffes durch Galilei und die Entwicklung der Infinitesimalrechnung vorangehen, ehe hierfür die Zeit reif war. — Keplers Buch gehört zu den klassischen Schriften der Menschheit und es ist hochehrfrohlich, daß es vor kurzem durch die unübertreffliche Überfetzung und Erläuterung von Professor Caspar der Nation allgemein zugänglich gemacht ist.

Während Kepler in Prag an der *Astronomia nova* arbeitete, hat er neben einigen kleineren Schriften ein anderes Hauptwerk veröffentlicht: die Optik, die noch vor der Erfindung des Fernrohres geschaffen, diesem alsbald die wichtigsten Förderungen verdankte. Wir wollen hier nur auf die astronomische Weiterentwicklung eingehen.

Die Prager Jahre gingen 1611 zu Ende. Die Wirren um den Kaiserthron, die Kepler seinen Lebensunterhalt entzogen, der Tod der Frau und eigene Krankheit zwangen ihn, eine Stelle in L i n z als Landschaftsmathematikus anzunehmen. Damit begann eine etwa 15jährige Periode in seinem Leben, die ausgefüllt ist von unstetem Wandern von Ort zu Ort, von Widerwärtigkeiten und Kämpfen aller Art gegen die Nöte des Lebens und den Aberglauben der Zeit. Wahrlich, es gehörte ein tapferes und fröhliches Herz dazu, wie er es befaß, um nicht zu erliegen im Kampf ums Dasein. Das Heilmittel war die Arbeit und, wieder bezeichnend für Keplers merkwürdige Geistesart, er kehrte zu den platonischen Ideen seiner Jugendjahre zurück, die er in den exakten Arbeiten der Prager Periode ausgehalten hatte. Die „*Harmonia*“ wärmte und stärkte sein Herz, wenn das Unglück es zu überwältigen drohte; in den Himmelsharmonien schwelgte sein Geist, wenn die Akten von seiner Mutter Hexenprozeß ihn ersticken wollten. Das Werk, das in den Jahren 1611—19 unter vielen Störungen entstand, die „*Harmonia Mundi*“, gehört zu den sonderbarsten Büchern der Weltliteratur. Während die *Astronomia nova* viel Widerstand der Zeitgenossen erfahren mußte, denen die Abweichung von der geometrischen Weltanschauung gegen die Natur ging, wurde die *Harmonia mundi* bestaunt und gepriesen. Die Nachwelt urteilt anders und hält die ganze Fragestellung und die Einstellung dazu für verfehlt — mit Ausnahme eines Resultates, das mehr zufällig sich ergab, aber vielleicht doch ohne die anderen Spekulationen nicht so bald gefunden worden wäre, das ist das „dritte Keplerische Gesetz“, das die Umlaufzeiten der Planeten und die Sonne in Verbindung brachte mit ihren Entfernungen von der Sonne: die Quadrate der Umlaufzeiten verhalten sich wie die Kuben der großen Achsen — das Gesetz, das 70 Jahre später zum Newtonschen Gravitationsgesetz führte. Nur mit Ergriffenheit kann man auch heute noch den Hymnus lesen, in den Kepler in seiner Entdeckerfreude ausbrach:

„Nachdem mir seit 18 Monaten die Dämmerung, seit dreien der lichte Tag, seit ganz wenigen Tagen aber die Sonne selbst der wunderbarsten Erkenntnis leuchtet, laßt mich heiliger Begeisterung hingeben und meinem Gott ein Heiligtum erbauen. Wenn Ihr es billigt, freue ich mich, wenn Ihr zürnt, werde ich es tragen; ich schreibe ein Buch, mag es die Gegenwart oder die Zukunft lesen, mir gilt es gleich. Es wird seines Lesers hundert Jahre harren, wenn Gott selbst auf seinen Verkünder sechstaufend Jahre gewartet hat.“

Im übrigen finden wir in der „Harmonia“ in vielfach erweiterter Ausführung dieselbe Ideenwelt wie in seinem Jugendwerk, von dem er auch gleichzeitig eine neue Ausgabe bearbeitete: ein grübelndes, tiefboherndes Suchen nach Rhythmen und Harmonien, wo keine sein können. Die Nachwelt, insbesondere Laplace, hat darin einen bedauerlichen Mangel des Keplerschen Geistes erblicken wollen. Aber wir sollten bedenken: das Große gehört ihm, seine Schranken sind die des Jahrhunderts.

Die letzten Linzer Jahre sind ausgefüllt mit der Schaffung des Lehrbuches „*Epitome Astronomiae Copernicanae*“, in dem die Resultate der neuen Forschungen in das alte Erbgut eingefügt werden — des Lehrbuches für über hundert Jahre für alle astronomischen Forscher, und jetzt noch nützlich, und ferner der Berechnung der „*Tabulae Rudolphinae*“, der Krönung der Lebensarbeit, dem Abschluß und der Erfüllung des dem Kaiser Rudolph und Tycho Brahe vor 25 Jahren gegebenen Versprechens. Den Keilschrifttafeln der Chaldäer, den Planetentafeln des Ptolemäus im *Almagest*, den Alphonsinischen Tafeln der arabischen Bearbeitung, den Ephemeriden des Regiomontanus und den auf Kopernicus fußenden Prutenischen Tafeln des Erasmus Reinhold waren damit als neue Epoche des astronomischen Entwicklungsprozesses der Menschheit die Keplerschen oder Ulmer Tafeln gefolgt, die nun für 150 Jahre die Grundlage bildeten und den Ruhm Keplers um die Erde trugen von den Jesuitensternwarten in China bis zu den Vermessungsschiffen der amerikanischen Ostküste.

In ihnen waren zum ersten Male die zehn Jahre zuvor von Lord Napier erfundenen Logarithmen in die astronomische und damit auch in die Rechenpraxis der übrigen Naturwissenschaften eingeführt, und in ihnen erscheint auch zuerst das Dezimalkomma — eine unscheinbare Sache, aber wie die indische Null von größter Wichtigkeit, die alle Welt vom Schulkind an Kepler verpflichtet.

Nach der Mode der Zeit enthalten die *Tabulae Rudolphinae* ein Titelpuffer, das in mehr als einer Hinsicht merkwürdig ist: es stellt, ähnlich dem Regensburger Denkmal, den Tempel der Astronomie dar, getragen von Säulen, die die großen Astronomen, die am Bau mitgewirkt, repräsentieren, an der Decke das Tychonische System, ein hochherziges, aber verfehltes Zugeständnis an die Tychonischen Erben — hoch oben am Dach die Statuen der Hilfswissenschaften: Arithmetik, Geometrie, Optik, Mechanik, Photometrie und Erdmagnetismus. Der Künstler wollte wohl andeuten, daß Kepler auf allen diesen Gebieten gearbeitet hat. Und in der Tat, wir würden mit der

Darstellung des astronomischen Lebenswerkes allein dem umfassenden Genius dieses Mannes nicht genügt. Überallhin streute er in Abhandlungen, namentlich aber in Briefen, die ihn mit der ganzen gelehrten Welt in Verbindung setzten, seine Gedanken auf allen diesen Gebieten aus: die Geschichte der Infinitesimalrechnung kann an ihm nicht vorübergehen, aber namentlich ist es die „Astronomia Physica“, d. h. die Verbindung der Astronomie mit der Physik, die seinem phantasiereichen Geist zuerst vorschwebte und ihn über alle Zeitgenossen erhob. Er zuerst trennte die Geometrie von den himmlischen Bewegungen und suchte deren Erklärung in Kräften, namentlich der Anziehungskraft, und wenn er einmal bemerkte, diese breite sich aus wie das Licht, so war er dem Newtonschen Gesetz dicht auf der Spur. Was ihn hier an völliger Klarheit hinderte, war die noch nicht vollzogene Einsicht in die Prinzipien der Mechanik, die erst zwanzig Jahre später Galilei gelang.

Wie bei fast allen Naturforschern war Keplers Weltanschauung, seine „Philosophie“, durchaus die seiner Umwelt: ein fast kindlicher freudiger Theismus durchzieht alle Äußerungen seines Geistes, ein tiefes, ungebrochenes Verhältnis zum persönlichen Gott erfüllt und erwärmt sein Herz und wohlgeborgen fühlt er die Menschheit an Gottes Brust. „Omnia propter hominem“, Alles ist des Menschen wegen da, ruft schon der Vierundzwanzigjährige aus, und 27 Jahre später sagt er: „Ohne den Geist Gottes die großen Geheimnisse der Natur und die bewunderungswürdigen Werke Gottes zu erkunden, ist größter Wahnsinn.“

In einem Zeitalter, in dem die Religion im Leben der Menschen alle anderen Regungen fast ersticke, mußte sie auch in Keplers Gemüt eine überragende Rolle spielen. Es ist hier nicht mein Beruf, darüber zu sprechen, nur das kann gesagt werden, daß Kepler an Duldung anderer Bekenntnisse wohl alle seine Zeitgenossen übertraf. Er machte sich, obwohl selbst Protestant, die Tübinger Theologen zu Feinden, weil er die Calvinisten nicht verdammen wollte — und er pflog andererseits mit dem Bayerischen Kanzler Herwart von Hohenburg, der dem Jesuitenorden nahe stand, einen freundschaftlichen Briefwechsel. Er hatte, wie Galilei von ihm sagte, einen freien und scharfen Verstand, aber auch ein tiefes Gemüt und einen fröhlichen, mitteilbaren Sinn, der ihm die Herzen zahlreicher Freunde gewann. Er hat aufrechten und starken Mutes der Gegenreformation Stand gehalten, obwohl Nachgiebigkeit ihm manch bitteres Schicksal erpart und eine glänzende Laufbahn eingetragen hätte. So steht er gleich groß als Mensch und als Gelehrter vor unseren Augen und noch die späte Nachwelt mag sich an ihm erheben.

In den gedrückten Stunden, die den Deutschen von heute überfallen, muß er sich aufrichten an den großen Gestalten seiner Geschichte und Kepler war ein Großer. Alles was wahre Menschengröße ausmacht, war in ihm: Große Gedanken und ein reines Herz, lebenslanges Streben nach den höchsten Zielen der Menschheit und nicht zuletzt die Wucht eines Lebenswerkes, das vieltausendjährige Rätselfragen der Menschheit, zusammen-

gedrängt in einer Menschenbrust, zur endlichen glücklichen Lösung brachte. Huldigen mögen ihm die Großen der Welt, denn er war ein König in seinem Reich, huldigen möge ihm die Wissenschaft, denn er war ihrer einer der Größten, huldigen möge ihm das ganze deutsche Volk, denn, aus seinem Mutterboden entsprossen, war er ihm ein Vorbild und hat ihm Ehre gebracht unter den Völkern der Erde!

Der durch seine Leistungen weltberühmte Regensburger Domchor gab dieser Weihestunde den künstlerischen Ausklang. Unter der Leitung seines jugendlichen Kapellmeisters Dr. Schrems trug er in wundervoller Vollendung die „Fest- und Gedenkprüche“ von Johannes Brahms vor.

IV DAS FESTMAHL.

An den Huldigungsakt im Reichssaal schloß sich ein gemeinsames Mittagessen im Ratskeller an.

Herr Ministerpräsident Dr. Held begrüßte die Gäste namens der Bayerischen Staatsregierung und feierte Keplers Verdienste um das ganze deutsche Vaterland, um die deutsche Wirtschaft und die deutsche Kultur. Ein Mann wie Kepler, der zum Ruhme seines Volkes so gewaltig beigetragen hat, hat auch dem Wirtschaftsleben seines Volkes die größten Dienste erwiesen. Ohne die stetige Entwicklung der Wirtschaft ist auch die kulturelle Entwicklung eines Landes brachgelegt. Der Herr Ministerpräsident verlangte für die Wissenschaften nicht nur die Sympathie der Öffentlichkeit, sondern auch jede mögliche geistige, moralische und wirtschaftliche Unterstützung von Seite des Staates und von Seite der Gesellschaft.

Im Namen der Gesamtstaatsregierung Württembergs feierte Herr Kultminister Dr. Bazille Kepler als den großen Sohn des Schwabenlandes.

Herr Oberbürgermeister Dr. Hipp begrüßte sodann die Gäste im Namen der Stadtverwaltung, worauf der Rektor der Deutschen Universität in Prag — der ältesten deutschen Universität —, Magnificenz Dr. A. N ä g l e, in längeren Ausführungen aus der Geschichte dieser ruhmreichen Forschungsstätte deren kulturelle Bedeutung für das Deutschtum darlegte. In tiefergreifenden Worten huldigte er für die Sudetendeutschen dem Andenken des großen Kepler, dessen erfolgreichste und gefegnetste Schaffenskraft gerade in die Zeit seines Prager Aufenthaltes fällt.

Herr Professor Dr. Tillmann, Universität Bonn, der Vorsitzende des Verbandes der Deutschen Hochschulen, betonte im Anschlusse an die dankenswerten Ausführungen des Herrn Ministerpräsidenten und unter Berufung auf die Lebenserfahrungen Keplers, daß für die Entwicklung und die Arbeit der Hochschulen wichtiger als materielle Unterstützung der Schutz ihrer Selbstverwaltung, ihrer Eigenart und ihrer Lehrfreiheit sei. Es müßten daher alle unsachlichen Einflüsse ferngehalten und alles vermieden werden, wodurch die Selbstverwaltung und Freiheit unterbunden und damit der Segen zerstört wird, der für das deutsche Volk und seine Weltgeltung von seinen Hochschulen ausgeht.

Für Weilderstadt — Keplers Vaterstadt — sprach Herr Bürgermeister Schütz und für Sagan, Keplers letzte Wirkungsstätte, Herr Bürgermeister Dr. Kolbe.

Zum Schlusse wies ein Verwandter Keplers, Herr Oberpostinspektor Gustav Keppeler (Stuttgart), der sich um die Kepler-Forschung durch seine langjährigen Studien die größten Verdienste erworben hat, auf die demnächst erscheinende „Familiengeschichte der Keppeler“ hin.

Herr Bürgermeister Herrmann konnte eine Reihe von Glückwunschtelegrammen bekanntgeben: vom Osterreichischen Unterrichtsministerium, von den Universitäten Graz, Innsbruck, Tübingen, Wien, von der Technischen Hochschule Danzig, von der Landwirtschaftlichen Hochschule Hohenheim, von den Sternwarten Bamberg, Kopenhagen, Prag, Pulkowo.

V. DER FESTAKT IN DER WALHALLA.

Im Festakt in der Walhalla huldigte im besonderen die Bayerische Staatsregierung dem Andenken des großen Mannes.

Die Feier ward eingeleitet durch Beethovens Gefang „Fahr wohl, du gold'ne Sonne“ — vorgetragen vom Soloquartett des Regensburger Liederkranzes, von den Herren Buchner, Diftler, Scheidig und Schleer.

Das Kammerorchester des Neuen Gymnasiums spielte unter der Leitung von Dietrich Amend die „Aria“ von Johann Sebastian Bach in der Bearbeitung von Max Regger.

Sodann hielt Herr Staatsminister Dr. Goldenberger folgende Weiherede:

FESTREDE

VON STAATSMINISTER DR. GOLDENBERGER,
MÜNCHEN:

Meine Damen und Herren! Sie haben sich in Regensburg, wo der große Mathematiker und Astronom Johann Kepler am 15. November 1630 verschieden ist, zur ehrenden Erinnerung an die demnächst bevorstehende 300. Wiederkehr seines Todestages versammelt und im Rahmen Ihrer Gedächtnisfeier auch einen Huldigungsbefuch seiner Büste in der Walhalla vorgefchen.

Namens der Bayer. Staatsregierung als der Hüterin dieses Ehrentempels und namens der übrigen Veranstalter der Gedächtnisfeier darf ich all die verehrten Damen und Herren, die sich zu diesem Akte eingefunden haben, herzlich begrüßen.

Als bayerischem Kultusminister, dessen Geschäftskreise die Walhalla anvertraut ist, ist es mir eine besondere Befriedigung, das Gedächtnis Johann Keplers mitfeiern und mitrühmen zu können.

Zunächst jedoch, meine Damen und Herren, lassen Sie uns — einer wohlbegründeten, durch den Wechsel der politischen Verhältnisse unberührt gebliebenen Übung folgend — in diesem Raume mit innigem Danke und mit aufrichtiger Verehrung seines hochherzigen Stifters gedenken, König Ludwig I. von Bayern, der schon als Kronprinz diese Ehrenhalle geplant, als König sie aus eigenen privaten Mitteln auch ausgeführt und diesen Ehrentempel bestimmt hat

„für die Aufnahme der Büsten nur der bedeutendsten deutschen Männer, Heroen im Kriege und Rate, in der Kunst und Wissenschaft, die Deutschlands hohen Ruhm in der Kultur- und Weltgeschichte gegründet haben“.

Jeweils am 18. Oktober, als dem Jahrestage der Befreiungsschlacht von Leipzig, hat König Ludwig I. im Jahre 1830 die feierliche Grundsteinlegung veranstaltet und dabei die Worte gesprochen:

„MÖGEN SO, WIE DIESE STEINE SICH ZUSAMMENFÜGEN,
ALLE DEUTSCHEN KRÄFTIG ZUSAMMENHALTEN“,

und zwölf Jahre später, nämlich im Jahre 1842, die Eröffnung vorgenommen und dabei den nicht minder denkwürdigen Anspruch getan:

„MÖCHTE WALHALLA FÖRDERLICH SEIN DER
ERSTÄRKUNG UND VERMEHRUNG DEUTSCHEN SINNES!
MÖCHTEN ALLE DEUTSCHEN, WELCHEN STAMMES SIE AUCH
SEIEN, IMMER FÜHLEN, DASS SIE EIN GEMEINSAMES
VATERLAND HABEN, EIN VATERLAND, AUF DAS SIE
STOLZ SEIN KÖNNEN; UND JEDER TRAGE BEI,
SOVIEL ER VERMAG, ZU DESSEN
VERHERRLICHUNG.“

Meine Damen und Herren! In dieser stolzen Ehrenhalle hat der edle Stifter die Namen oder Büsten all der Deutschen aufgenommen, die nach feiner innersten Überzeugung damals an Genie und großen Talenten sich im Sinne feiner Stiftung hervorgetan hatten, die ruhmgekrönt waren mit unsterblichem Lorbeer ob ihrer Leistungen in Krieg oder Frieden, im Reiche der Kunst oder der Wissenschaft, der Gelehrsamkeit oder des Denkens.

Und in dieser, dem Ruhme des deutschen Volkes geweihten Stätte sollte nach der Absicht des Stifters jeder Deutsche in andachtsvoller Ergriffenheit, in warmer Bewunderung und stiller Ehrfurcht, mit berechtigtem Stolz und voll Hochgefühles fein Auge ruhen lassen auf der Gesamtheit der hier verherrlichten Großen, damit sie alsdann sich vor feiner Seele zu voller Erscheinung verkörpern und damit alles Große, was sie getan, was sie erstrebt und erreicht, lebendig durch sein Gemüt ziehe, ihr großes Beispiel und Vorbild feinen Geist erhebe, feinen Willen stähle und ihn die Weihe zu einem höheren, besseren, dem deutschen Vaterlande gewidmeten Leben erfülle!

So liegt es im Sinne des Stifters, der dies selbst ausgedrückt hat mit den Worten:

„RÜHMLICH AUSGEZEICHNETEN TEUTSCHEN STEHT
ALS DENKMAL UND DARUM DIE WALHALLA,
AUF DASS TEUTSCHER DER TEUTSCHE
AUS IHR TRETE, BESSER ALS
ER GEKOMMEN.“

Die zentenaire Wiederkehr des Todestages auch der größten Heroen pflegt (unbeschadet der Würdigung ihrer Verdienste) vielfach ohne öffentliche Feier vorüberzugehen. Auch für die in der Walhalla verherrlichten Großen waren solche Feiern bisher nicht üblich.

Allein der Aufruf zur Beteiligung an der Kepler-Gedächtnisfeier in Regensburg macht mit gutem Grunde geltend, daß das deutsche Volk in feiner gegenwärtigen Not (die an die Zeit des Dreißigjährigen Krieges und an die Zeit von Deutschlands tiefster Erniedrigung zu Beginn des vorigen Jahrhunderts erinnert) mehr als je des Aufblickes zu feinen großen Män-

nen bedarf, die ihm durch ihr Lebenswerk, durch ihren aufrechten Bekennermut und durch ihr edles Menschentum Vorbild sein können und Ansporn!

Und bei solcher Betrachtung der Zeitlage und der Persönlichkeit Johann Keplers ist eine besondere ausnehmliche Behandlung, eine Ehrung des Gedächtnisses dieses Mannes auch hier in der Walhalla vollauf veranlaßt.

Der große Mathematiker und Astronom Johann Kepler zählt zu jenen Geistesgrößen, deren Büste auf des Stifters eigener Anordnung zur Aufnahme gelangte.

Meine Damen und Herren! Sie haben gestern und heute von berufener, fachverständiger Seite eingehende Ausführungen gehört über Johann Kepler, sowohl über seine Lebensgeschichte in Freud und Leid im allgemeinen als auch über seine wissenschaftlichen Leistungen und Verdienste im besonderen. Gerade die Ausführungen über seine wissenschaftlichen Leistungen und Verdienste haben den unumstößlichen Beweis erbracht, daß seine Büste in diese Ehrenhalle ehestens aufgenommen werden müßte, wenn sie nicht bereits durch die Umsicht des königlichen Stifters selbst schon aufgenommen worden wäre.

Angesichts dieser in Ihrem Gedächtnisse noch frisch haftenden Vorträge darf ich es mir versagen, hier von anderem als von diesen feinen Leistungen und Erfolgen für die Wissenschaft und für die Kulturwelt zu sprechen, und mich auch nach dieser Richtung auf das Allgemeinste beschränken.

Was Johann Kepler durch seine wissenschaftlichen Leistungen und Entdeckungen dem deutschen Volke und was dadurch das deutsche Volk den Kulturvölkern Europas und den Kulturvölkern der Welt überhaupt geschenkt hat, läßt ihn als Heros der Wissenschaft und Forschung erscheinen, der im reichsten Maße mit dazu beigetragen hat, Deutschlands hohen Ruhm in der Kultur- und Weltgeschichte zu begründen!

Zur Erreichung solch ungewöhnlicher Erfolge haben ihn ganz besondere Eigenschaften befähigt, vor allem

eine außergewöhnliche philosophische Begabung mit feltener Phantasie und noch feltenerem Scharfsinn, im Einzelnen das Ganze zu finden und nicht zu ruhen, bis sich alle Teile von selbst wieder dem Ganzen fügten,

ein durchdringender mathematischer Blick,

ein nicht genug zu bewundernder eiserner Fleiß,

ein aufrechter, der eigenen Überzeugung treuer, gegenüber fremder wissenschaftlicher oder religiöser Überzeugung oder wissenschaftlicher Leistung stets sachlicher und gerechter Sinn.

Von Haus aus dem evangelischen theologischen Studium zugeführt und in dieser Laufbahn auf der Hochschule in Tübingen nach den Verhältnissen der Zeit gründlich gebildet, hat Johann Kepler, als seine zwar tief religiöse, von der damaligen Enge jedoch abgewandte Richtung Anlaß geworden war, den erst 23jährigen bereits zur Übernahme einer Mathematik-Professur an der damals lutherischen Landschaftsschule in Graz zu

bewegen und zu empfehlen, den größten Genuß und die beste Erholung in der Beschäftigung mit der Astronomie empfunden.

Dabei hat er auf diesem Gebiete seine Lebensaufgabe nicht etwa schon in astronomischen Berechnungen als solchen erblickt, sondern durch die Astronomie zu zeigen, daß das ganze sichtbare und erkennbare Universum durch ein harmonisches Band zusammengehalten werde und daß der Welterschöpfer alles mit Absicht auf diese Harmonie gegründet habe, — mithin eine Erneuerung der Lehre der Pythagoreer von der Weltharmonik, die den Anfang aller damals bekannten mathematischen Naturforschung bildete!

Letzten Endes Philosoph und Mystiker, handelte es sich für ihn auf diesem Gebiete nicht nur um wissenschaftliche, sondern zugleich um religiöse und letzte Fragen, die er als gläubiger Mensch im Sinne des Schöpfers zu lösen sich bemühte, sodaß er seine astronomischen Entdeckungen auch als „ein Nachdenken der Gedanken Gottes“ bezeichnete.

Was Johann Kepler auf diesem Gebiete geleistet hat, war stille, rechnende Forscherarbeit in der Studierstube, getragen und gefördert von einem wahrhaft divinatorischen Sinne, der ihn die richtige Lösung finden oder, wo der damalige Stand der Wissenschaft oder seiner Ausstattung mit Hilfsmitteln noch versagten, wenigstens ahnen ließ.

Seine Methode hat ihn zum frühesten Naturforscher im modernen Sinne und damit zu einem Vorbilde der modernen induktiven Methode gemacht, hat ihm durch seine drei noch heute nach ihm benannten Gesetze die Entschleierung des Geheimnisses der Planetenbewegung ermöglicht, — des Geheimnisses, das Sokrates den Göttern vorbehalten glaubte!

Johann Kepler hat die Philosophie, die Sokrates „vom Himmel zur Erde gewiesen hatte“, wieder von der Erde zum Himmel gehoben, — freilich zum Himmel des Thorner Domherrn Copernicus, der die Erde umfaßte und an dem die Erde mit den übrigen Planeten die Sonne umkreifte!

Er hat dem materiellen Himmel über uns und den daran glänzenden Sternen ihre ewigen Gesetze abgelauscht und damit dem copernicanischen Systeme, zu dem Copernicus nur den Grundstein gelegt hatte, zum Siege verholfen.

Erst Johann Keplers Entdeckung, daß nicht nur der Mars, sondern alle Planeten sich um die Sonne in Ellipsen bewegen, und daß die Sonne in dem einen Brennpunkte dieser Ellipsen liege, hat das System des Copernicus (der zwar die Sinnestäuschung vom Ruhen der Erde, nicht aber die charakteristische Auffassung des Altertums von der gleichförmigen Bewegung der Planeten im Kreise zu überwinden gewußt hat) befreit von seinen Schlacken (nämlich von der Lehre der exzentrischen Kreise und der Epicyklen).

Copernicus hat gefunden, daß die Erde und die Planeten sich um die Sonne bewegen, und damit gefunden, was Archimedes geträumt hatte.

Kepler hat die Bahnen gefunden, in denen die Erde und die übrigen Planeten sich bewegen.

Und wie es der Bedeutung des Copernicus keinen Eintrag tut, daß er an die Vorarbeiten eines Peurbach und Regiomontanus anknüpfen konnte, so mindert sich nicht die Größe des Verdienstes und der Bedeutung der Entdeckungen Keplers dadurch, daß er seine Berechnungen vorzüglich auf die

zwanzigjährigen Marsbeobachtungen Tycho de Brahe auf der Uranienburg zu stützen vermochte, zu deren wissenschaftlicher Ausschöpfung — man möchte sagen — ein gütiger höherer Wille gerade ihn bestimmt und berufen hat.

Mit den Versuchen feiner Weltharmonik hat er die Brücke zum Altertum erhalten und mit der Entdeckung der Planetenbewegung der Astronomie den Weg in die Neuzeit gewiesen.

Mit feinen nach ihm benannten drei Gesetzen hat er das wissenschaftliche Rüstzeug geschaffen für die gewaltigen Fortschritte der menschlichen Himmelskunde in der anschließenden Zeit bis auf unsere Tage: denn auf diesen feinen drei Gesetzen ruht bis heute die Wissenschaft der Astronomie; sie sind die Säulen, auf denen auch die gegenwärtige Sternkunde noch aufgebaut ist und die Wissenschaft alles berechnet, was sich selbst auf entfernteste Himmelskörper bezieht.

Zu dem Ruhme solcher persönlichen Entdeckungen tritt also noch die Bedeutung ihrer Auswirkung auf die weitere Pflege und Förderung der Astronomie und der Naturwissenschaften überhaupt.

Seine Entdeckungen und deren erfolgreiche Vertretung, die Überwindung der vielen Erscheinungen von Engherzigkeit und Übelwollen und Sinnesträgheit gegen seine Neuerung, der Sieg der freien Forschung und der objektiven Wahrheit in diesen Punkten haben — zumal nach dem Hinzutreten der weiteren Entdeckungen Newtons — gewissermaßen ein neues Geschlecht von Denkern, von freien Forschern erwachsen lassen, die von nun an mit erneutem Eifer der Ergründung der Frage „Was ist die Welt?“, der Ergründung der Natur und ihrer Geheimnisse nachzustreben bemüht waren.

Von diesem Nachwuchs ist in den seither anschließenden Jahrhunderten die Ergründung der Wahrheit nach den verschiedensten Richtungen versucht, vielfach auch durch freie Forschung erreicht und der Neuzeit sichtbar Fortschritt auf Fortschritt gebracht worden.

Keplers Entdeckungen auf dem Gebiete der Astronomie basierten auf geometrischen Sätzen, auf der damaligen Raum- und Zahlenlehre; indem er bereits an eine Kraft gedacht hat, die von der Sonne ausgeht, das ganze Weltall durchströmt und im Maße ihrer Entfernung abnimmt, scheint jedoch sein Geist bereits gehaut zu haben, was Newton nach ihm erkannte, er jedoch noch nicht in Erkenntnis umsetzen konnte, weil die Gesetze der Mechanik seinerzeit noch nicht entdeckt waren.

Keplers Größe zeigt sich überhaupt auch darin, daß er selbst auf anderen Gebieten teils bahnbrechend sich hat betätigen können, so vorzüglich durch seine Lehre von der Messung der Lichtstrahlen, von Linsen und ihrer Zusammensetzung, durch seine rein theoretisch gewonnene Konstruktion eines neuen, des sog. Kepler'schen oder astronomischen Fernrohres, das erst die großen Entdeckungen am Himmel ermöglichte, teils, daß er bewußt oder unbewußt in das Gebiet der erst von Newton und Leibniz grundsätzlich entwickelten Rechnung mit dem Unendlichen vorstieß, wie z. B. in seiner Neuen Astronomie oder in seiner Schrift über die Faß-Raumkunde, worin er anerkanntermaßen zu einer Erweiterung der archimedischen Raumlehre gelangte.

Einem solchen führenden und vorwärts strebenden Geiste entsprach ein rühmenswertes Bestreben, sich über die Entwicklung seiner Wissenschaft durch Kenntnisnahme und Prüfung fremder Leistungen auf dem Laufenden zu halten, wie es vorzüglich sein reicher Briefwechsel mit fast allen damaligen Fachgenossen, seine rasche Stellungnahme zu neuen Werken anderer Autoren, endlich seine Herausgabe fremder Berichte über astronomische Beobachtungen in China bezeugen.

Und ebenso ist bei diesem Manne zu rühmen sein aufrechter, furchtloser Sinn zur Vertretung richtig erkannter eigener oder fremder Forschungsergebnisse ohne Rücksicht auf staatliche oder kirchliche oder private Widerfacher, wie z. B. sein von Anfang an offenes Eintreten für das copernicanische System (im Gegensatz zum Verhalten seines Lehrers Mästlin),

seine Aufmunterung an den noch zaghaften Galilei zur Veröffentlichung abgeschlossener Arbeiten im Sinne der copernicanischen Lehre,

die Übernahme der gregorianischen Zeitrechnung bereits in seinen ersten steiermärkischen Kalender wie auch später sein Sachverständigen-Gutachten auf dem Reichstage zu Regensburg (1613) über die Vorzüge der gregorianischen Zeitrechnung vor der bisherigen.

Am Sitze des Reichstages in Regensburg, von dem der kaiserliche Hofmathematiker und Hofastrologe Hilfe zur endlichen Bereinigung seiner Gehaltsrückstände erhoffte, ereilte diesen hervorragenden Mann am 15. November 1630 ein rasches Ende.

Sein Tod fiel in die für unser deutsches Vaterland so unglückliche Zeit des 30jährigen Krieges.

Die 300. Wiederkehr seines Todestages fällt in die Zeit nach dem für Deutschland verlorenen Weltkriege mit all seinen täglich mehr hervortretenden Folgen vorzüglich für die deutsche Staatsfinanz- und Volkswirtschaft.

Schon mehr als einmal schien das deutsche Volk schwerstens, ja tödlich getroffen und war seine Freiheit vernichtet. Jedesmal aber erhoben sich wieder deutscher Geist und deutsche Kraft aus den Fesseln.

Und auch wir hoffen auf eine Erlösung und sohin auf eine Befreiung, die das deutsche Leben wieder lebenswert macht.

Darum wollen wir auch heute noch an Fichte glauben, der dem deutschen Volke in Zeiten der Schmach einmal zugerufen hat: „Unter allen neueren Völkern sind es die Deutschen, in denen der Keim der menschlichen Vervollkommnung am entschiedensten liegt und denen der Fortschritt in ihrer Entwicklung aufgetragen ist“.

Diesen Glauben dürfen und wollen wir uns nicht rauben lassen trotz mancher betrübenden Wahrnehmung im Innern und bei aller gegenwärtigen Beschwerung von außen.

In solchen drückendsten Zeiten regt sich die Sehnsucht nach aufrechten Führerpersönlichkeiten und mehr wie sonst das Bedürfnis, führender Geister vergangener Zeiten in Dankbarkeit und Verehrung zu gedenken.

Solche Beweggründe haben auch Sie, verehrte Damen und Herren, in diesen Tagen nach Regensburg und heute in die Walhalla geführt, und in

grundfätzlicher Übereinstimmung mit Ihren Beweggründen, die, wie wir überzeugt sein dürfen, weiten Widerhall in unferem deutschen Vaterlande finden, lege ich auch namens der Bayer. Staatsregierung vor der Büste Johann Keplers als Huldigung seiner Manen den reichverdienten Lorbeerkrantz nieder!

Die Schleife des Lorbeerkrantzes, den Herr Staatsminister Dr. Goldenberger niederlegte, trug folgende Aufschrift:

„Die Bayerische Staatsregierung — Dem Andenken an Johannes Kepler gest. zu Regensburg am 15. November 1630“.

Die Württembergische Staatsregierung ließ durch Herrn Kultminister Dr. Bazille einen Krantz niederlegen, dessen Schleife die Aufschrift trug:

„Die Württembergische Staatsregierung
— Dem Andenken des großen Sohnes Württembergs“.

Unter der Leitung von Herrn Studienrat R ö f e r fang zum Abschied ein gemischter Chor von Schülern des Alten Gymnasiums und der Oberrealschule den Festgesang von Gluck.

Die Schönheit dieser Weiestunde in Walhalla wird jedem Teilnehmer lange in der Seele weiterleben. Die wunderbare Zauberpracht dieses Ehrentempels, die Erhabenheit der Worte des hohen Festredners, die Vollkommenheit der musikalischen Darbietungen hob die Herzen himmelwärts in die reinen Sphären der Sternenwelt.

KEPLER-AUSSTELLUNG

IM KUNST- UND GEWERBEVEREINSHAUSE.

VOM STADT. KONSERVATOR DR. WALTER BOLL,
REGENSBURG.

Die Ausstellung beschränkte sich mit Absicht auf das in Regensburg noch vorhandene und erhaltene Material an Urkunden, Büchern und Abbildungen. In zahlreichen Schaukästen und an den Wänden wurden gezeigt:

A. U r k u n d e n.

1. Sterbematrikel der evangelischen Pfarrei unterer Stadt in Regensburg mit dem aufgeschlagenen Eintrag der Bestattung Johann Keplers 1630. Tafel VII.
2. Sterbematrikel derselben Pfarrei mit Eintrag der Bestattung der Frau Sufanna Kepler 1636. Tafel IX.
3. Taufmatrikel derselben Pfarrei mit Eintrag der Geburt der Tochter Cordula 1621. Tafel IV.
4. Handschriftliche Chronik des Regensburger Rats Herrn Plato gen. Wild mit dem Bericht über den Tod Keplers.
5. Schreiben Keplers an die Stadt Regensburg 1620, mit welchem er sein Werk „*Harmonice Mundi*“ der Reichsstadt widmete. (Siegel abgebildet Tafel XI Nr. 1.)
6. Das von Kepler vollständig eigenhändig geschriebene Verzeichnis der „*V a h r n u ß*“ von 1628.
7. Inventarium des Nachlasses Johann Keplers 1630.
8. Inventarium des Nachlasses der Frau Sufanna Kepler 1637.
9. Schadensverfchreibung der Erben, Frau Sufanna Kepler und Schwiegerohn Dr. Jacob Bartsch, mit den Siegeln 1631. (Siegel abgebildet Tafel XI Nr. 3—6.)
10. Verfchreibung des Sohnes Dr. Ludwig Kepler nach dem Tode der Mutter 1638. (Siegel abgebildet Tafel XI Nr. 2.)
11. Zugehörige alte Abschriften aus den Ratsprotokollen.
12. Verschiedene Schreiben der Nachkommen Keplers in Königsberg, betr. Aushändigung der Kaiserl. Obligation aus den Jahren 1712 und 1717.

B. Bücher.

1. „Ad Vitellionem Paralipomena, Quibus Astronomiae Pars Optica traditur“ (Frankfurt 1604), mit eigenhändig geschriebener Widmung Keplers an den Freiherrn Sigismund Friedrich von Herberstein. (Text s. S. 95.)
2. „De Stella Nova In Pede Serpentarii, Et Qui Sub Ejus Exortum De Novo Iniiit, Trigono Igneo“. Der Band enthält: „De Stella Incognita Cygni Narratio Astronomica“; „De Jesu Christi Servatoris Vero Anno Natalitio“ (Prag 1606); „De Stella Nova In Pede Serpentarii. Pars Altera“ (Frankfurt 1606); „De Jesu Christi Servatoris Vero Anno Natalitio“ (Frankfurt 1606).
3. „Harmonices Mundi Libri V.“ (Linz 1619), von Kepler der Stadt Regensburg gewidmet. (S. oben A. 5.)
4. „Epitomes Astronomiae Copernicanae Liber Quartus“ (Linz 1620).
5. „Prodromus Dissertationum Cosmographicarum continens Mysterium Cosmographicum de Admirabili Proportione Orbium Coelestium“ (Frankfurt 1621); beigegeben ist ferner: „Joannis Kepleri Mathematici, Pro Suo Opere Harmonices Mundi Apologia“ (Frankfurt 1622).
6. „Tabulae Rudolphinae“ (Ulm 1627). Mit gemaltem Wappen (abgebildet Tafel X) und großer Widmung des Sohnes Dr. Ludwig Kepler an die Stadt Regensburg vom 9. August 1634 (s. Text S. 95).
7. Daselbe Werk mit dem aufgeschlagenen Titelblatt mit Darstellung des Tempels der Astronomie (Vorbild des Regensburger Kepler-Denkmal), Kupferstich von Georg Cöler in Nürnberg 1627. (Tafel XIV.)
8. „Ephemerides Novae Motuum Coelestium“ für die Jahre 1617, 1618, 1619, 1620 (Linz); ferner: „Tomi Primi Ephemeridum Joannis Kepleri Pars Secunda“ für die Jahre 1621 bis 1628 (Sagan 1630) sowie: „Tomi I Ephemeridum Joannis Kepleri Pars Tertia“ für die Jahre 1629 bis 1636 (Sagan 1630). Auf dem 1. Titelblatt handschriftlicher Eintrag des Superintendenten Christoph Sigismund Donauer, der das Exemplar von den Erben Keplers als Erinnerung an die Beerdigung erhielt. (Text S. 85.)
9. Ein 2. Exemplar desselben Werkes im Besitze der Kreisbibliothek in Regensburg enthält die Ephemeriden bis einschließlich 1620.
10. „Joannis Kepleri de Calendario Gregoriano Dialogus“ (Ausgabe von M. A. Hanschius, Frankfurt a. M. 1718).

C. Dokumente über die Errichtung des Keplerdenkmals in Regensburg.

1. Die Schrift Ostertags vom Jahre 1786 „Keplers Monument in Regensburg“, in der die erste Anregung zur Errichtung eines Denkmals für Kepler gegeben wurde. Ferner: „Auswahl aus den kleinen Schriften des verstorbenen Professors und Rektors am Gymnasium zu Regens-

- burg Johann Philipp Ostertag, aus dessen Nachlaß herausgegeben von einigen seiner Freunde. Erste Sammlung. Mit vier Kupfern, Keplers Monument in Regensburg darstellend. Sulzbach, Seidelsche Buchh., 1810“.
2. Einweihung des Keplerschen Denkmals in Regensburg (mit dem Festspiel „Keplers Weihe“ und mit dem Verzeichnis der Spenden, welche für die Errichtung des Denkmals eingegangen sind). Aus dem unter 1. genannten Buche, S. 567—588.
 3. Gedruckte Aufforderung zur Errichtung des Denkmals 1806 (unterzeichnet von Graf Sternberg, L. v. Pleffen, F. v. Reden, H. Boeißner).
 4. „Monumentum Keplero Dedicatum Ratisbonae. Die XXVII Decembris: Anno MDCCCVIII“ (mit 4 Lithographien vom Kepler-Denkmal). (Festrede von P. Placidus Heinrich O. S. B. bei der Enthüllung des Denkmals.)
 5. Abbildungen aus 4.
 6. Zeitgenössische Zeitungsberichte über die Errichtung und Einweihung des Denkmals.
 7. Die Gesamtabrechnung über Einnahmen und Ausgaben betr. Kepler-Denkmal, darin die sämtlichen Stiftungsbeiträge verzeichnet.
 8. Originalquittungen der Künstler des Denkmals: von der Hand d'Herigoyens, Döils, Danneckers; sowie Abrechnung für die Musik bei der Einweihung.
 9. Handschriftliche Erklärung über die Hauptförderer des Denkmals (Graf Sternberg, L. v. Pleffen, F. v. Reden, H. Boeißner) sowie Lobgedicht.
 10. Festschrift des Historischen Vereins von 1842 mit falschem Kepler-Bildnis.

D. Bildliche Darstellungen.

1. Große Gesamtansicht der Stadt Regensburg, gezeichnet v. H. G. Bahre im Jahre 1630 (dem Todesjahre Keplers).
2. Große Ansicht der Stadt aus der Vogelschau mit dem Friedhof Weyh St. Peter vor dessen Zerstörung während des Dreißigjährigen Krieges. Zeichnung von H. G. Bahre nach dem Zustand von 1614.
3. Holzschnitt mit Stadtansicht und Text auf den Kurfürstentag 1630 in Regensburg.
4. Kupferstich von 1630 mit Darstellung der Krönung der Kaiserin Eleonora im Regensburger Dom, aus den Tagen der letzten Ankunft Keplers in Regensburg.
5. Kupferstich mit der Bayer. Investitur, Verleihung der Kurfürstenwürde an Maximilian von Bayern. 1622. (Zur Zeit kurz nach der Geburt der Tochter Cordula.)
6. Kupferstiche mit Ansichten des Rathauses in seiner alten Gestalt (Sitz des Reichstags). Ansichten der Steinernen Brücke, Darstellungen der Eroberung der Stadt durch Bernhard von Weimar und der Rückeroberung durch die Kaiserlichen. Damals wurde das Grab Keplers zerstört.

7. Ansicht des Kepler-Denkmal's vom Jahre 1808 in seiner alten Umgebung. Kupferstich von Johann Bichtel nach F. de Goez 1808. (Siehe Bild Tafel XVI und Text S. 120.)
8. Aquarellierte Zeichnung der nach dem Brande 1809 geplanten Maximilianstraße mit dem Kepler-Denkmal im Hintergrunde. Entworfen und gezeichnet von Johann N. Liebherr, Maurer-Meister in Regensburg, d. 13ten Jener Anno 1811.
9. Fünf verschiedene Kupfer- und Stahlstiche mit dem Bildnis Keplers. 18.—19. Jahrhundert.
10. Eine kleine Gruppe von alten Kupferstichen sollte veranschaulichen, wie im 17. Jahrhundert die Himmelsbeobachtungen dargestellt und ausgelegt wurden. Vorhanden waren verschiedene Kometenblätter, Stiche mit Himmels- und Wunderzeichen, schließlich ein großer Kupferstich, der die Einführung des Gregorianischen Kalenders im protestantischen Regensburg zu Beginn des 18. Jahrhunderts zeigte.

Von Keplers Freund und Gevatter Dr. Oberndorffer in Regensburg waren einige Schriftstücke, ebenso noch einige Rechnungen des Apothekers Peuttel (bei dem Keplers Arzneien während der Krankheit bezogen wurden) ausgestellt.

MITGLIEDERVERSAMMLUNG DES BUNDES DER STERNFREUNDE.

Der Bund der Sternfreunde hielt anlässlich der Kepler-Huldigungsfeier seine 10. Mitgliederversammlung in Regensburg ab. Der Vorstand, der bekannte astronomische Schriftsteller *Henseling*, legte bei der Feier am Denkmal am 24. September für den Bund einen Kranz nieder. Seinen Bemühungen ist es zu danken, daß die wirklich bewundernswerte, einzig dastehende Sammlung astronomischer Lichtbilder (107 Diapositive vom Format 38×38) während der Kepler-Tagung im Gewerbehaus ausgestellt war. Namentlich die Bilder der einzelnen Teile der Milchstraße, der Nebel usw. erregten allgemeinste Bewunderung.

Am Abend des 25. September fanden im physikalischen Hörsaale der Phil.-Theol. Hochschule Regensburg folgende Vorträge statt:

1. Dr. C. Hoffmeister-Sonneberg: „Astronomische Forschungsfahrt zur Karibischen See“.
2. R. Henseling: „Das Problem des Weltbaues“.
(Beide Vorträge mit zahlreichen herrlichen Lichtbildern.)

Im Laufe des 26. September fanden folgende Vorträge statt:

1. Prof. Dr. Hugo Dingler (Universität München): „Die Entstehung der Sternbilder und die Zahl Sieben“.
2. Dr. C. Hoffmeister-Sonneberg: „Über das Zodiacallicht“.
3. Privatdozent Dr. A. Köhl (Technische Hochschule München): „Kontrastricheinungen bei Planeten und Nebeln“. Der Vortrag ist abgedruckt in der Zeitschrift „Die Sterne“ 1930. Heft 11/12. S. 249—255).
4. Prof. Dr. M. Caspar-Stuttgart: „Aus Kepler's Briefen“.
5. Studiendirektor K. Zeller-Rottweil: „Die grundsätzliche Stellung Tycho Brahe's und Kepler's zur Astrologie“.
6. Prof. Dr. Stöckl-Regensburg: „Über das Regensburger Astrolabium — ein astronomisches Lehrgerät aus dem 11. Jahrhundert“.

KEPLER UND REGENSBURG

*HISTORISCHE
ABHANDLUNGEN*

JOHANN KEPLERS BEZIEHUNGEN ZU REGENSBURG.

Benützte Werke und Quellen
(außer den im Text angegebenen):

- C. h. Frisch: Joh. Kepleri opera omnia, Frankfurt/M. 1858—1870.
L. Schuster: Joh. Kepler und die kirchlichen Streitfragen. Graz 1888.
W. v. Dyck u. M. Calpar: Die Keplerbriefe auf der Nat.-Bibl. und auf der Sternwarte in Paris. München 1927. Abh. d. b. Akad. d. W.
v. Breitfchwert: Keplers Leben und Wirken. Stuttgart 1831.
Gumpelzhaimer: Regensburgs Geschichte.
Reitlinger, Neumann, Gruner: Joh. Kepler. Stuttgart 1868.
Anonym: Johannes Kepler. Wien, Pest, Leipzig 1871.
C. Gruner: Keplers wahrer Geburtsort. Stuttgart 1866.
C. W. Neumann: Das Wohn- und das wahre Sterbehaus Keplers in Regensburg. Regensburg 1864/65.
F. Ohmann: Die Anfänge des Postwesens. Leipzig 1909.
R. Freytag: Zur Postgeschichte von Augsburg, Nürnberg und Regensburg. Arch. f. Postgesch. i. Bay. 1929/1.
J. Ph. Ostertag: Keplers Monument in Regensburg. 1786.
Manuskripte der Kreisbibliothek und des Historischen Vereins Regensburg.
Archivalien, Siegelprotokolle, Beisitzerbücher im Stadtarchiv zu Regensburg.
Kirchenbücher des evangelischen Pfarramts unterer Stadt in Regensburg.

I. GESCHICHTLICHES.

VON ADOLF SCHMETZER, OBERBAURAT A. D.,
REGENSBURG.

Einleitung.

Um Keplers Beziehungen zu Regensburg darzustellen, die in seinem vielbewegten Leben eine große Rolle gespielt haben, reicht unmöglich eine abschnittsweise Aufzählung aus, wie oft und wie lange er und die Seinen hier weilten, wo sie gewohnt, was sie hier gewirkt und an Freud und Leid erfahren haben. Vielmehr müssen diese Erhebungen zur Aufzeichnung eines in Ursache und Wirkung geklärten Gesamtbildes in Zusammenhang gebracht werden mit Keplers ganzem Lebensgang und seiner Persönlichkeit, sowie mit den gleichzeitigen politischen Geschehnissen und religiösen Spannungen, wenn auch diese Bindeglieder hier mehr und weniger nur in Umrissen geschildert werden.

Jugend und Studium (1571—1594).

Johannes Kepler ist am 27. Dezember 1571 zu Weil der Stadt in Württemberg geboren. Ein Brüderpaar seiner Ahnen hat von Kaiser Sigismund 1433 auf der Tiberbrücke zu Rom den Ritterschlag erhalten. Von der Familie lebte ein Zweig in Nürnberg und siedelte 1522 nach Weil der Stadt über. Nach Besuch der deutschen und lateinischen Schulen in Leonberg, Adelberg und in Maulbronn erwarb Kepler 1588 den Grad eines Bakkalaureus und bezog im folgenden Jahr die Universität Tübingen. Hier oblag er hauptsächlich dem Studium der Philosophie und Theologie, aber auch der Mathematik und Astronomie, und stieg 1591 zum Magister auf. Freimütig verteidigte er als Kandidat der Theologie die Lehren des Kopernikus gegen die damals herrschende geozentrische Weltanschauung, ebenso die Berechtigung, die Heilige Schrift nach eigenem Ermessen auszulegen, wodurch er den Theologen Augsburger Konfession unbequem wurde. So kam der geistvolle, gelehrte und beredete 23jährige Magister auf Fort-Empfehlung der Universität 1594 an das Grazer Gymnasium als Lehrer der Mathematik und Astronomie. Von vornherein zum Theologen bestimmt, nahm er diesen Ruf nicht ohne Bedenken an.

Grazer Zeit (1594—1600).

Über seine Reise von Tübingen nach Graz, die er mit einem Gefährten namens Jäger zurücklegte, wissen wir nur so viel, daß er sie am 24. März antrat und daß beide für Zehrung, Wechsel, Fuhrlohn und andere Notdurft nur 31¼ fl verbrauchten. Kepler hat also jedenfalls eine billigere Reise Gelegenheit als die über Innsbruck gehende Post benützt, die um diese Zeit wahrscheinlich auch schon Personen beförderte.¹ Über den gewählten Weg ist nichts bekannt.

Im Februar 1596 reifte Kepler von Graz nach Württemberg, um u. a. den Druck seines Prodomus oder Mysterium cosmographicum zu betreiben. Die sogenannte Konsistorialbibliothek in Rothenburg o. T. enthält ein Exemplar des in Tübingen gedruckten „Prodomus dissertationum cosmographicarum“, das eine eigenhändige Widmung Keplers an den Dr. med. Joh. Oberndorffer in Graz 16. 6. 1597 enthält. Das Buch gelangte 1605 in den Besitz des Magisters Joh. Schülin, Pfarrers zu Gnodstadt bei Marktbreit, eines Liebhabers der mathematischen Wissenschaft, aus dessen Nachlaß es mit andern mathematischen und astronomischen Werken in die genannte Bibliothek überging (s. S. 74). (Aus der Beilage zum „Fränkischen Anzeiger“: „Die Linde“, Nr. 5 v. 15. Okt. 1930.)

Wahrscheinlich wollte er auch den Nachweis seiner adeligen Abstammung beibringen, wovon der Vater seiner 22jährigen Braut Barbara, einer schon zweimal Witwe gewordenen geborenen Müller von Mühleck, die Zustimmung zur Heirat abhängig machte. Erst im August kam er

¹ Nach der kaiserlichen Reichspost-Taxordnung vom Jahre 1698 kostete ein Reitpferd für eine Post, d. h. für eine Wegstrecke von rund 15 km, 1 fl, dazu noch 5 Groschen Trinkgeld. Die Gesamtkosten beliefen sich also auf 5 kr je km; demnach für 624 km von Tübingen nach Graz auf 52 fl für eine Person, aber ohne Übernachten und Zehrung.

wieder nach Graz zurück, wo er im Jahre darauf seine Vermählung feierte. Mindestens eine dieser beiden Reisen führte über München.

Als infolge der Rekatholisierung der innerösterreichischen Erblande durch Erzherzog Ferdinand die Protestanten aus Steiermark ausgewiesen worden waren, was auch die Auflösung der Grazer Schule nach sich zog, wich Kepler, der den Übertritt zum katholischen Bekenntnis verweigerte, im Jahre 1598 nach Ungarn aus, wo der Kaiser duldsam gebot. Jedoch wurde er schon nach einem Monat wieder nach Graz zurückberufen, wozu er sich aber erst verstehen wollte, wenn ihm Sicherheit gegen künftige Ausweisung gegeben würde. Der Bescheid lautete: „Ihr Durchl. wöllen auß sondern gnaden verwilligt haben, daß Supplicant Ungeacht der general ausschaffung etc. noch lenger allhie verbleiben möge. Doch soll er sich allenthalben gebührllicher Bescheidenheit gebrauchen und sich also Unverweislich verhalten, damit Ir. Durchl. solliche gnad wider aufzuheben nit verurfacht werde.“ Er kehrte daraufhin zwar zurück, fühlte sich aber, wegen der ihm etwa abträglichen Handhabung des Bescheides, in Graz nicht mehr behaglich.

Prager Zeit (1600—1612).

Deshalb trat Kepler i. J. 1600 mit Genehmigung Kaiser Rudolfs II. in die Dienste des Astronomen Tycho Brahe zu Prag, wohin er auch seine Familie brachte. Nach dem vorzeitigen Tode Tychos am 24. Oktober 1601 wurde er dessen Nachfolger und als kaiserlicher Hofmathematikus angestellt — eine hervorragende Auszeichnung. Die volle Auszahlung seines Jahresgehältes von 500 fl blieb jedoch meist rückständig. 1604 stellte Anselm Hagenlochner, der von 1591 bis 1608 Pfarrer und Superintendent in Regensburg war², das — nach seinen eigenen Worten — unbescheidene briefliche Ansuchen an Kepler, ihm die Nativitäten von Kaiser Rudolf und von vier Erzherzogen, wofür er sich interessiere, mitzuteilen. Aus wenig bestimmten Angaben dieses Briefes hat Breitschwert die als irrtümlich erkannte Folgerung gezogen, Kepler sei in Magstadt geboren. Die Antwort Keplers auf diesen Brief ist nicht erhalten.

Keplers Stieftochter Regina Lorentzin heiratete zu Prag im Jahre 1608 den kurfürstl. pfälzischen Pfleger Philipp Ehem in Pfaffenhofen (Oberpfalz).

Im Jahre 1609 sind drei Werke Keplers erschienen: *Astronomia nova*, enthaltend die zwei ersten Keplerischen Gesetze; die *Responsio ad Röslinum*, worin Kepler dessen Irrtümer, insbesondere auch dessen geozentrische Einstellung widerlegt; endlich der *Mercurius in sole*, der Merkur-Durchgang von 1607. Er fuhr 1609 von Prag zur Frankfurter Buchmesse, um den Verkauf des genannten 1. und 3. Werkes zu betreiben, dann nach Heidelberg zur Druckvollendung der *Responsio* und nach Stuttgart, wo er dem Herzog den *Mercurius in sole* widmete. Die Reise Prag—Frankfurt mag auf dem kürzesten Wege über Nürnberg erfolgt

² A. Hagenlochner (1554—1634) stammte aus Böblingen, nahe bei Weil der Stadt im Neckarkreis, war also im engeren Sinn ein Landsmann Keplers. In Württemberg erhielt er seine erste Anstellung und kehrte wieder dorthin zurück nach 17jährigem Aufenthalt in Regensburg, wo er das Pfarrhaus in der Pfarrergasse bewohnte.

sein, die Rückkehr jedoch über Regensburg. Letztere Möglichkeit wird dadurch näher gerückt, daß bereits 1608 eine Postverbindung Paris—Augsburg—Regensburg—Prag bestand; daß schon vor dieser Zeit zahlreiche, in Graz ausgetriebene Protestanten nach Regensburg übersiedelt waren, darunter ein Freund Keplers, der bedeutende Arzt Johann Oberndorffer³; daß endlich Kepler mit dem hiesigen Bürger Oswald Aggerer⁴ näher bekannt war.

Im Jahre 1611 während des Kampfes zwischen Rudolf II. und seinem Bruder Matthias um die Krone Böhmens und die Hauptstadt Prag hatten raubende Söldnerhorden den Stadtteil rechts der Moldau, wo Kepler im Benediktinerstift Montferrat-Emaus wohnte, besetzt. Um diese Zeit starb sein liebster Sohn Friedrich und bald darauf, am 3. Juli, seine Frau Barbara, die schon lange vorher erkrankt war.

Seine Beziehungen zu Aggerer erhellen aus einem Brief, den Kepler am

³ Dr. Johann Oberndorffer, geboren 1549 in Köthen und gestorben 1625 dahier, war ein Sohn des gleichnamigen Diakons, der 1557 als Pastor an die Neupfarrkirche dahier kam. Er besuchte die hiesigen Schulen, dann die Universitäten in Jena und Wien, ließ sich 1584 als Arzt in Regensburg nieder und heiratete die Tochter Katharina des Patriziers Christoph Portner. Nachdem er 1587 Vater und Frau verloren hatte, siedelte er nach Graz über, wo er 1592 seine zweite Ehe mit Fides, Tochter des Stadtadvokaten Dr. Michael Püchelmeier, schloß, kam aber infolge der Protestantenvertreibung im Jahre 1597 wieder nach Regensburg. Er besaß dahier mehrere, wohl von seinem Vater ererbte Anwesen, nämlich:

- a) das Haus Obere Bachgasse 14 (C 112, nach Neumann), das er und seine Brüder Paul, Martin und Philipp am 10. Oktober 1587 an den Stadtpfeifer Ruprecht Kelner um 310 fl verkauften;
- b) das Haus Krauterermarkt 2 (F 15, Hoher Laden, gegenüber dem Bischofshof am Eck des Watmarktes), das die Erben seiner Witwe Fides 1640 an die Witwe Walburg Kolbin, Apothekerin, um 2000 fl verkauften;
- c) einen großen Garten samt Wohnhaus am Minoritenweg (Sterzenbach), der Auhof und Woller genannt, den er 1603 durch Zukauf noch vergrößerte. Das Anwesen umfaßte die Von-der-Tannschule (Von-der-Tannstraße 27) samt den östlich angrenzenden Häusern und samt den Anwesen westlich bis zum Rosenwirtsgarten. Hier legte er mit großen Kosten den ersten botanischen Garten Regensburgs an, wovon er eine wissenschaftliche Beschreibung im Druck herausgab. Schließlich verkaufte er 1621 den größeren östlichen Teil des Anwesens, wo später die Krännerische, dann die Dünzingerische Wachsbleiche war, an seinen Tochtermann Dr. Joh. Stephan Strobelberger um 2000 fl. Den kleineren westlichen Teil erwarb die genannte W. Kolbin 1636 von Oberndorffers Witwe Fides um 700 fl;
- d) schließlich ein kleineres, vorläufig nicht bestimmtes Anwesen am Sterzenbach, das er 1610 in zwei Teilen um 190 und 390 fl verkaufte.

Dr. J. O., reipublicae et principis medicus, comes palatinus et caesareus, stand in Verkehr mit hervorragenden Gelehrten und war mit Kepler seit seiner Grazer Zeit befreundet. Den einseitigen Bleiabguß einer Schaumünze v. J. 1597 mit seinem Brustbild und der Umschrift „Johannes Oberndorffer Doctor p.“ verwahrt die Regensburger Münzsammlung.

⁴ Oswald Aggerer (oder Ackerer) war Agent des Reichspfennigmeisteramts für den bayerischen Kreis und verdankt wohl dieser Stellung Keplers Bekanntheit, der wegen seiner Gehaltsrückstände jedenfalls öfter an jenen verwiesen worden ist. Er war zweimal verheiratet (Elisabeth und Anna Maria) und besaß folgende zwei Anwesen dahier:

10. November 1611 von Prag aus an seinen Schwiegerohn Philipp Ehem schrieb: „Aggerer ist allhie, will mir mit gewalt sein Schwester die Fr. Veyhelin von Regensburg verheurathen gibt seiner Schwester mit Worten ein fl 8000 eigens, sie hatt aber sehr böse Kinder, zwei pueben vnd ein erwachsene Tochter.“ (Oxford Bibl. Bodleiana. Cod. d'Orvillianus 579.) Obwohl ihm diese Heirat von einem gewissen Gutterer nochmals empfohlen worden ist, hat Kepler abgelehnt.

Erste Linzer Zeit (1612—1620).

Nach Fehlschlagen seiner Versuche, in der Heimat eine Anstellung zu erhalten, konnte seine schon 1610 erwogene Absicht, wegen der sich anmeldenden Sturmzeichen von Prag nach dem damals noch ruhigeren Linz überzusiedeln, erst 1612 verwirklicht werden, nachdem dies Kaiser Rudolf kurz vor seinem Tod gestattet hatte. Als kaiserlicher Hofmathematiker auch vom neuen Kaiser Matthias bestätigt, übernahm er die ihm von den oberösterreichischen Ständen angebotene Professur der Mathematik an der Landschaftsschule zu Linz mit 400 fl Jahresgehalt.

Der tiefreligiöse, aber freimütige Kepler hatte schriftlich und mündlich widerstritten, was die Artikel VII und VIII der Konkordienformel — von den Gegnern formula discordiae genannt — über das Abendmahl und die Person Christi lehrten. Als er nun im Jahre 1612 die von dem Linzer Pfarrer Daniel Hizler verlangte schriftliche unbedingte Anerkennung der Formel verweigerte, wurde er durch diesen vom Genuß des Abendmahles ausgeschlossen. Im weiteren Verlauf hat dann das Stuttgarter Oberkonsistorium durch ein an alle Gemeinden versendetes Rundschreiben die Exkommunikation über Kepler ausgesprochen, die ihn zeitlebens schwer bedrückte, aber nicht zum Opfer seiner Überzeugung bringen konnte.

Am 26. März 1613 schreibt er seinem Freund Bernegger nach Straßburg, er solle Keplers Streitschrift gegen Röslin dem Oswald Aggerer, Bürger von Regensburg, zuschicken.

Im Juli 1613 ging Kepler mit dem kaiserlichen Hofstaat nach Regensburg zum Reichstag, wohin er durch Mandat vom 29. Dez. 1612 zur Begründung der Proposition wegen allgemeiner Einführung des Gregorianischen Kalenders befohlen worden war. Er hatte zu diesem Zweck ein Judicium und — nach zweimaliger Umarbeitung — einen Dialogus verfaßt, worin er unter Widerlegung der Gegengründe die Annahme der verbesserten Zeitrechnung empfahl (s. S. 93). In der damals aufgeregten Zeit verweigerten jedoch die protestantischen Stände, die sich erst im Jahre 1700 fügten, die Annahme dieser „päpstlichen“ Neuerung.

- a) das Haus Gefandtenstraße 2 (B. 96, jetzt Johann Kappelmeier geh.), das er 1603 um 1131 fl kaufte; den rückwärts anstoßenden, später verbauten Garten erwarb er 1608 um 260 fl. Im Jahre 1624 verkaufte seine Witwe Anna Maria zur Befriedigung seiner Gläubiger das ganze Anwesen an Adam Weiß um 1750 fl; er scheint also kein guter Haushalter gewesen zu sein;
- b) das Anwesen A 225^a am Eck Schottenstraße - Wiesmeierweg (jetzt abgebrochen und Gartenteil der Jakobinerfchenke, Schottenstraße 4) wurde von ihm 1609 um 300 fl erworben und 1627 von seinen Kindern Oswald, Anna Maria und Barbara an seine Witwe um 350 fl verkauft.

Während dieses zehnwöchentlichen Aufenthaltes in Regensburg, den er viermal unterbrechen mußte, um seine Wiederverheiratung einzuleiten, sah er einmal im hiesigen Dom in den kleinen Lichtkreisen, erzeugt von Sonnenstrahlen, die durch die Ritzen hochstehender Fenster herabfielen, kleine dunkle Flecken, die *Sonnenflecken*, sich abheben und zeigte sie den umstehenden Freunden⁵ — wohl die erste Sonnenfleckbeobachtung, die in Regensburg gemacht wurde. Unter ähnlichen Umständen, sagt er später darüber, habe er 1607 in Prag einen Flecken im Sonnenbild gesehen, welche Erscheinung er irrthümlich für den Merkur-Durchgang gehalten und fogar in Versen beschrieben habe, worüber er humorvoll an Fabricius berichtet. Damit hat er aber, wenn auch unbewußt, die Sonnenflecken tatsächlich drei Jahre vor Johannes Fabricius und vor Galilei wahrgenommen.

Auf diesem stürmischen Regensburger Reichstag wurde fogar der sachlich unanfechtbare Antrag, den rückständigen Gehalt Keplers endlich zu begleichen, lebhaft bestritten, aber schließlich doch mit Stimmenmehrheit gutgeheißen. Zwei Jahre später schreibt hierüber Kepler an seinen Freund Bernegger: Unverhüllt zeigte sich der Haß meiner Gegner; das Glaubensbekenntnis war seine Urfache, was sie auch vorschützen mochten.

Schon vor seinem Umzug von Prag nach Linz hatte er 1612 seine beiden Kinder Susanna und Ludwig zu Kunstadt in Mähren, dann 1613 in Wels untergebracht, von wo er sie bei seiner Rückkehr vom Reichstag nach Linz überführte.

Im Oktober 1613 ging Kepler seine zweite Ehe ein mit der schönen, 24jährigen Susanna Reuttinger, einer Doppelwaise aus Efferding (oberhalb Linz), die er unter elf ihm empfohlenen Anwärterinnen erkoren (Fr. Veyhelin aus Regensburg ist hiebei nicht mitgezählt!); die glückliche Ehe war mit sieben Kindern gesegnet. —

Über das Gerichtsverfahren gegen seine Mutter (*judicium matris Kepleri*) sei hier folgendes eingeschaltet:

Keplers fast siebzigjährige Mutter Katharina, geb. Guldenmann, der er in kindlicher Liebe zugetan war, obwohl er ihre üble Eigenart offen zugab, wurde im August 1615 wegen Zauberei verklagt. Das darauf in Leonberg eingeleitete, umständliche, dazu noch böswillig in die Länge gezogene Gerichtsverfahren wurde 1620 nach Güglingen übertragen und führte zur Gefangenensetzung der Angeklagten am 7. August 1620, ja fogar zum Antrag, sie peinlich zu befragen. Nach dem hierüber von der juristischen Fakultät in Tübingen eingeholten Gutachten sollte aber „*realis tortura* diß Orttz kheineswegs statt haben“, weil die Verdachtsgründe dazu nicht hinreichten und außerdem „die Beklagtin ihres Alters yber Sibentzig Jahr“, jedoch sollte „Verhafftin, ob hierdurch die warheit auß ihr geschreckt werden möcht, an dem gewöhnlichem vnd zur tortur bestimbtm Ort geführt, ihr auch allda der Nachrichten vnder augen gestellt, dessen instrumenta fürgezeit jedoch von demselben Sie nicht angegriffen noch sonsten gemarttert werden“. Da sie diese Probe

⁵ Admonitio ad Astronomos. Friisch VII, 594: Vidi enim anno 1613. Ratisbonae in templo cathedrali monstravique adstantibus notis macularum Solis vestigia in omnibus radiis rotundis, per fenestrarum rimas ex alto delapsis.

glänzend bestand, befahl am 3. Oktober 1621 der Herzog dem Gericht, sie loszusprechen. Kepler hat, ohne seine angestrengte wissenschaftliche Tätigkeit zu vernachlässigen, in diesen Prozeß durch zahlreiche umfängliche Bittschriften sowohl, als auch durch persönliche Verwendung während seines zweimaligen längeren Aufenthaltes in Württemberg eingegriffen. Der günstige Ausgang dieser verzweifelten Rechtsache darf dem Einfluß seiner Persönlichkeit zugeschrieben werden. Er selbst gibt den Ausfall, den er dabei durch Gehaltsentgang und wirklichen Aufwand erlitten, auf weit über 900 fl an. —

Keplers Mutter kommt von Leonberg im Dezember 1616 in Begleitung ihres Sohnes Christoph „auf beschehenes anmelden bey Vogt, Burgermaistern und Kriegsvögten“ nach Linz, kehrt aber in der trügerischen Erwartung eines baldigen freisprechenden Urteils im Juli 1617 nach Hause zurück. Beide Reifen dürften über Regensburg geführt haben.

Den 15. April 1617 schreibt Kepler von Prag aus seiner Stieftochter Regina Ehem, deren Mann nach 1613 nach Walderbach bei Regensburg verletzt worden war: „Ich hab zu weihnachten ein großes packet durch meinen Bruder Christoph nacher Regenspurg dem Christoph Rantzén ein antworten lassen, sampt der Sandl (?) vnd meinem schreiben an Dich auch etlichen Calendern, wölches Packet H. Rantz empfangen vnd fortgeschickt, wie er mir geschriben. Aggerer ist von der Zeit an, alle weil zu Prag (gestrichen: Regensburg) gewest, hatt jetzo sein Weib auch allhie.“ (Oxford l. c.)

Bald darauf starb Regina, die Mutter von drei Kindern war, und Ehem beschwor den Schwiegervater, seine fünfzehnjährige Tochter Sufanna auf kurze Zeit nach Walderbach zu schicken. Daraufhin brachte Kepler die Sufanna — *adverso Danubio lentissimo itinere* — über Passau (15. Oktober 1617) und Regensburg (20. Okt.) nach Walderbach und ritt dann nach Württemberg weiter, wo er seinen Freund Mäfflin besuchte und das Verfahren gegen seine Mutter günstig zu wenden suchte. Auf der Rückreise über Augsburg und Regensburg blieb er vom 10. bis 21. Dezember in Walderbach und scheint Sufanna wieder nach Linz mitgenommen zu haben.

1618/19 erscheint sein großes Werk „*Harmonices mundi libri quinque*“, das u. a. das dritte Keplerische Gesetz enthält. Ein Exemplar desselben schickt er mit einem samt Anschrift noch erhaltenen Begleitschreiben am 30. April 1620 an den Magistrat Regensburg (s. S. 64, 65, 94, 101).

Nachdem die protestantische Union im Vertrag zu Ulm vom 3. Juli 1620 der katholischen Liga freie Hand in Oberösterreich und Böhmen gelassen hatte, erfolgte in raschem Zugreifen schon drei Wochen später die Einnahme von Linz durch Herzog Maximilian I. von Bayern als Einleitung des Feldzuges gegen Böhmen.

Erste Regensburger und erste Württemberger Zeit (1620—1622).

Als nun Keplers Mutter am 7. August 1620 verhaftet worden war, sah er als ihr treuer Beiständer die Notwendigkeit eines längeren Verweilens in Württemberg voraus und hielt für ratfam, seine Familie aus der Nähe des Kriegsschauplatzes nach Regensburg, wo sie zudem für ihn

leichter zu erreichen war, zu verbringen, was um Mitte September 1620 geschah.

Hier fand er für die Familie Unterkunft „proxime curiam bey Christoph Ränze, Medtsieder“⁶ (f. Brief v. Dr. Frisch, R'r. Stadtarch. 373/1; Auszug aus den Petersburger Manuskripten). Proxime curiam heißt sicher nicht: zunächst Stadtamhof (wie auch schon vermutet), kann aber zwei verschiedene Ortlichkeiten in Regensburg selbst bedeuten:

1. Allgemein werden die hiesigen Absteigquartiere auswärtiger Bischöfe mit curia oder mit Hof bezeichnet; die Wohnung des Regensburger Bischofs heißt curia oder domus episcopi, im späteren Mittelalter aber durchwegs Bischofshof. Der Medtsieder — auch als Gastgeb bezeichnete — Christoph Ränze besaß zwar kein Haus zunächst des Bischofshofes, könnte aber zur Ausübung seines Gewerbes ein Wirtshaus daselbst gepachtet haben. Dafür kämen deren zwei in Frage: der Weiße Hahn (F 93) und das Goldene Rädcl (F 115), in der nördlich am Bischofshof hinziehenden Schwibbogenstraße als Nr. 1 und 3 nebeneinander gelegen und 1555 und 1573 zuerst erwähnt.⁷

2. Andererseits ist das Wort curia, das u. a. auch R a t h a u s bedeutet, in diesem Sinn dahier nicht gebräuchlich; dafür wird immer domus civium, domus communitalis, Bürgerhaus, Dinghaus oder nur Haus gesetzt (in einem einzigen Fall: capitolium). Ein Auswärtiger, wie Kepler, dem dieser Brauch nicht bekannt war, konnte jedoch curia sehr wohl für „Rathaus“ anwenden. Nun lag das Haus des Christoph Ränze D 116, Baumhackergasse 5, in nur 32 m Entfernung nördlich vom Rathaus (Wachtkammer), also jedenfalls proxime curiam. Das noch bestehende, 152 qm große, dreigeschoffige Haus reicht von der Baumhackergasse bis zur Silbernen Kranzgasse. Mit dieser Zweifstraßenfront ist es für ein Wirtshaus gut geeignet; bei dem verhältnismäßig hohen Kaufpreis von 1500 fl, den Ränze feinerzeit dafür erlegen mußte, scheint die Erwerbung der Wirtschaftsgerechtfame inbegriffen; in der Nähe findet man sogar eine Metzbergasse, ein Beweis, daß das Schiffsvolk der benachbarten Donaulände hier viel verkehrte. Gelegentlich seiner öfteren Anwesenheit in Regensburg wird Kepler den ihm von Graz her bekannten Ränze einmal aufgesucht haben, so daß er über dessen Haus Bescheid wußte und sich eine Wohnung daselbst schon vor dem Umzug sichern konnte.

Somit ist es zum wenigsten höchst wahrscheinlich, daß in diesem Haus D 116 Frau Susanna Kepler mit ihren Kindern Susanna, Ludwig und Sebaldu in den Jahren 1620 bis 1622 gewohnt und daß hier ihre Tochter Cordula das Licht der Welt erblickt hat.

⁶ Der Medtsieder Cristoph Rentz (Rantz, Ränze), geb. 1560, gest. in Regensburg 17. Aug. 1622, ist mit seiner Ehefrau Barbara um 1600 „wegen der in Steurmarch fürgangenen religions reformation“ von Graz, wo er offenbar mit Kepler bekannt war, nach Regensburg gezogen und hier Bürger geworden. Er erwarb 1602 das Haus Baumhackergasse 5 dahier (D 116 hinter dem Rathaus) um 1500 fl; ferner 1610 ein Haus in der Wollwirker-gasse um 340 fl, das er 1621 um den gleichen Preis wieder veräußerte.

⁷ Eine dritte Wirtschaft zur Weißen Taube (F 85, an der Ecke Goliathstraße-Taubengäßchen), die wahrscheinlich erst um 1700 entstanden ist, wird hier auszuschneiden haben.

Wer von auswärts seinen Wohnsitz in Regensburg haben wollte, mußte darum nachsuchen; er wurde dann in der Regel nur Jahr für Jahr als Beifitzer, d. h. als Inwohner ohne eigentliche bürgerlichen Rechte, aufgenommen, wofür er jährlich 1 bis 40 Goldgulden, je nach Vermögen, zu entrichten hatte; diese Leistungen samt Namen und Geltungsdauer sind in den von 1604 an erhaltenen Beifitzerbüchern verzeichnet. Da Keplers Name darin fehlt, wird ihm als kaiserlichem Beamten das Wohnungsrecht und damit die Beifitzereigenschaft, die der Eintrag im pfarramtlichen Totenbuch beweist, ohne weiteres zugestanden haben.

Von Regensburg aus traf Kepler am 28. Sept. 1620 in Güglingen ein, um die Sache seiner Mutter zu führen. Der schleppende Prozeßgang gestattete ihm, mehrmals nach Tübingen und Stuttgart, sowie zu längerem Besuch seiner Familie nach Regensburg zu gehen. Kurz nach seinem Eintreffen dahier wurde ihm am 12./22. Januar 1621 eine Tochter geboren, die von dem Prediger Minderlin (Johannes Munderlein) auf den Namen Kordula getauft wurde; Taufpaten waren Frau Fides Oberndorffer und Frau Kordula Guraldin, geb. Randolffin⁸. (Tafel IV.)

Während seines dreieinhalbmonatlichen, bis Anfang Mai dauernden Aufenthaltes in Regensburg, in den auch Abstecher nach Ingolstadt und nach München fallen, beobachtete Kepler am 20. Januar 1621 früh 3 Uhr ein Erdbeben, dann am 20. März das Frühlingsäquinoktium, worüber er schrieb: „Unter einem künstlichen Dach über einer wagrecht gelegten alten Holztafel merkte ich zwischen 11 und 1 Uhr den Weg der durch ein Loch einfallenden Sonnenstrahlen an; ich machte viele Punkte beiderseits an den Rändern der Lichtkreise.“ Am 8. und 11. März hatte dahier eine neue Beratung und Prüfung der Monatstafeln stattgefunden. Seine zu Ende 1620 in Tübingen begonnene Abhandlung über die physikalischen Hypothesen vom Mond vollendete er damals in Regensburg und gab sie zum Abschreiben. (Frifsch VI, 651. VIII, 879, 880.)

An Bernegger schrieb Kepler am 15. Februar 1621 von hier aus unter anderem, er bitte um seinen Rat, ob er Heinrich Wottons Einladung, nach England überzusiedeln, folgen solle (Kepler beabsichtigte nämlich nicht darauf einzugehen und blieb auch dabei);

desgleichen am 31. Mai 1621: „Bin nach Tübingen zurückgekehrt zu meinen feinen Räuberbanden vor Gericht (ad mea latrocinia urbana pro tribunali)“;

ferner am 21. August: „Jetzt geht meine Tochter von Regensburg nach Linz, um in meinem Hausrat alle Exemplare des 4. Buches der Epitome zu suchen.“ Der Aufenthalt seiner Familie in Regensburg war also von vornherein nur vorübergehend gedacht.

Nachdem seine Mutter am 3. Oktober 1621 endlich freigesprochen war, reiste Kepler über Regensburg, wo er seine Familie den Winter noch belassen will, nach Linz. Im Dezember bestätigte ihn Ferdinand II. als kaiserlichen Astronomen.

⁸ Das Ehepaar Gurald lebte zu dieser Zeit in Regensburg, wovon noch die Rede sein wird. (s. Anm. 9.)

Zweite Linzer Zeit (1622—1626).

Seine Mutter starb am 13. April 1622; in diesem Jahre zog seine Familie von Regensburg wieder nach Linz, wo ihm am 24. Januar 1623 ein Sohn Fridmar geboren wurde. Im Jahre 1624 betrug seine rückständigen Gehaltsforderungen 6300 fl.

Auf seiner Reise nach Schwaben im Jahre 1625 weilte er am 22. und 23. April in Regensburg, besuchte dann Ulm, wo er mit Jakob Bartisch, der sechs Jahre später sein Schwiegerohn wurde, zusammentraf, ferner Augsburg, Kempten und Nürnberg, ohne die beabsichtigte Herausgabe der Rudolphinischen Tafeln erreicht zu haben, und blieb auf der Rückreise nach Linz vom 15. bis 20. August nochmals in Regensburg.

Das kaiserliche Dekret für Oberösterreich, vom 10. Oktober 1625, bestätigte u. a. die Ausweisung „der Predicanten vnd vncatholischen Schuelmaister“, verwies des Landes, wer „der widrigen Religion zugethan“ und nicht katholisch werden wollte, und befahl „verbottene, giftige vnd sectische Bücher . . . einzulieffern“. Obwohl Kepler als kaiserlicher Astronom von diesem Dekret nicht betroffen wurde, hat man doch seine Bibliothek versiegelt, wovon dann nur ein Teil wieder freigegeben wurde. Dazu kam während des blutigen Aufstandes der oberösterreichischen Bauern unter Stephan Fadinger die Belagerung von Linz durch die Aufständigen vom 24. Juni bis 29. August 1626, die der Stadt große Bedrängnisse brachte. Darauf wurden nach blutigen Kämpfen die Aufrührer ausgetilgt.

Zweite Regensburger und zweite Württemberger Zeit (1626—1628).

Das alles verleidete Kepler den Aufenthalt in Linz endgültig. Mit kaiserlicher Erlaubnis brachte er seine Familie zu längerem Aufenthalt nach Regensburg, wo er selbst nur vom 27. November bis 8. Dezember 1626 verweilte, um dann mit allen seinen schon in Linz vorbereiteten Behelfen für die Herausgabe der Rudolphinischen Tafeln nach Ulm zu gehen.

Nach verlässigen Erhebungen von C. W. Neumann mietete Kepler seine Familie in dem noch bestehenden, 1867 mit einer Gedenktafel versehenen Haus Keplerstraße 2 (D 145) ein, einem kleinen Eckhaus von nur 100 qm Fläche mit freier Süd- und Ostseite gegen die Keplerstraße und den Schallern, ohne Hof. Abgesehen vom Erdgeschoß, das nur einen Laden mit Nebenraum, die Holzlegen und Aborte — Abortgrube im Haus — enthält, bietet jedes der beiden Obergeschoße mit zwei mäßig großen und einem kleinen Zimmer, Küche und dunkler Kammer nur eine bescheidene Familienwohnung. Der verheiratete Gewandschneider Hans Haller, seit 15. Oktober 1605 Eigentümer des Hauses, benutzte jedenfalls den großen Erdgeschoßraum als Werkstätte und wird sich mit seiner und Keplers Familie in die Benützung der beiden Obergeschoße geteilt haben. Da Keplers Sohn Ludwig aus erster Ehe, geboren den 21. Dezember 1607, schon vorher nach Altdorf, dann nach Sulzbach und Tübingen geschickt worden war, bestand die Familie in Regensburg aus der Frau mit den Kindern Sufanna, Kordula, Fridmar und Hildebert. (Tafel V.)

Durch die Drucklegung der Rudolphinischen Tafeln (s. S. 94) bis in den September 1627 zu Ulm festgehalten, kam Kepler im September,

Cordula Kepler.

303.

A N N O M. DC. XXI			
Vatter und Mutter.	Kinder.	Gebatter.	Kirchen- Diener.
H. Johannes Kepler E. E. Landschaft ob der Enß Bestelter Mathe- maticus. M. Susanna.	Cordula.	Fr. Cordula, sonnen Balthasar Ölmalder so alhero von Linz komen Hausßfraw. Unnd Fr. Fides H. Johan Oberndorffer M. Doctoris Hausßfraw.	M. Johannes Münderlin

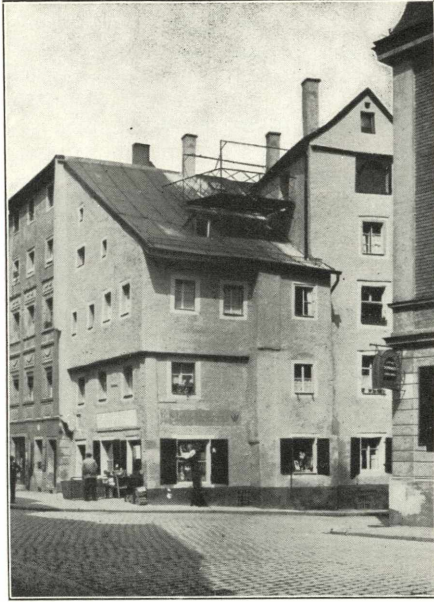
Jan 12 Jan

Phot. K. Büchele, Studienprofessor, Regensburg

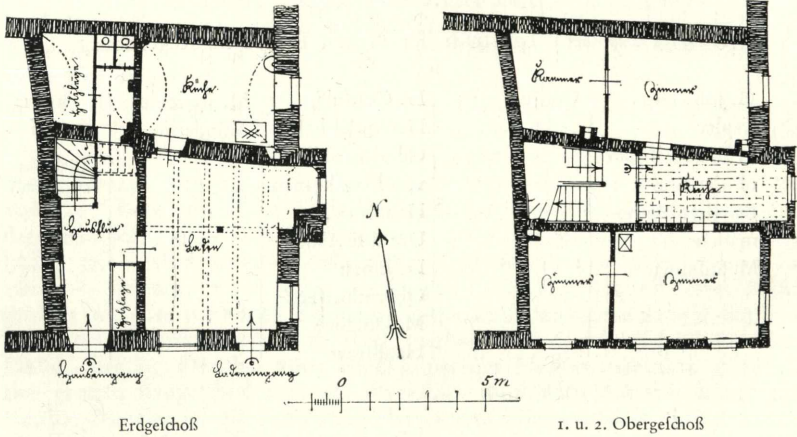
Tafel IV.

Auszug aus dem Taufbuch der Neuen Pfarre zu Regensburg.

H. Johannes Kepler E. E. Landschaft ob der Enß Bestelter Mathe- maticus. M. Susanna.	Cordula	Fr. Cordula, Herrn Balthasar Güralts, so alhero von Linz komen Hausßfraw. Unnd Fr. Fides H. Johan Oberndorffer M. Doctoris Hausßfraw	M. Johannes Münderlin	1621, 12. Jan. (Kalender alten Stils.)
--	---------	---	--------------------------	---



Phot. Komm.-Rat H. Schrick, Regensburg



Aufgenommen vom Stadtbauamt Regensburg
Abt. Stadterweiterung

Tafel V.

Wohnhaus der Familie Johann Keplers in Regensburg
vom 27. November 1626 bis Mitte Juni 1628.
Keplerstraße 2 (D 145).

Oktober und November auf einer größeren Reife bis Frankfurt, Butzbach und Mainz und weilte dann vom 29. November bis 20. Dezember in Regensburg, während welcher Tage er die Antwort auf die Anfrage des in China tätigen Jesuitenpaters Joh. Terrentius verfaßte (s. S. 95). Schließlich ging er über Pilsen nach Prag, wo er bei Hof überaus freundlich aufgenommen wurde und dem Kaiser die ihm gewidmeten Rudolphinischen Tafeln überreichte. Nachdem aber die Hofleute ihre Bemühungen, ihn zum katholischen Glauben zu bekehren, wodurch sich ihm sicherlich eine sorgenfreie Zukunft eröffnet hätte, vereitelt sahen, vermittelte der Kaiser (der ihm übrigens 4000 fl, einen Teil seines rückständigen Gehaltes, auszahlen ließ) den Übertritt des unbequem gewordenen Dissidenten in die Dienste Wallensteins unter Belassung des Titels als kaiserlicher Hofmathematikus. Wallenstein wies nun dem Kepler am 26. April 1628 das ruhige Sagan — im nördlichsten Teil Schlesiens — als Wohnort an, dazu 1000 fl Jahresgehalt, halbjährlich zahlbar, und versprach ihm auch — auf Grund kaiserlichen Befehls —, für die Begleichung der rückständigen Forderungen Keplers zu sorgen, ein Versprechen, das allerdings trotz Keplers Mahnungen und einzelner Anläufe Wallensteins unerfüllt blieb.

Zur Vorbereitung des Umzugs seiner Familie in das entlegene Sagan kam nun Kepler im Mai 1628 nach Regensburg und schickte die Seinen Mitte Juni nach Prag voraus, wohin er selbst mit einem Umweg über Linz — zur Eintreibung rückständiger Geldforderungen — gelangte, um endlich am 7. August mit Familie in Sagan einzutreffen.

Eine merkwürdige Episode fällt in diesen kurzen Aufenthalt Keplers in Regensburg: durch kaiserliches Mandat, das der Magistrat wohl oder übel befolgen mußte, war die Einführung des Gregorianischen Kalenders im Katharinenspital befohlen worden, das zwar zum Stadtbezirk gehörte, aber am linken — bayerischen — Donauufer lag. Am 19. Mai ließ der Magistrat durch drei Ratsherren das Mandat in diesem Spital verkünden, während in der Stadt selbst der Julianische Kalender noch bis 1700 in Geltung blieb.

Saganer Zeit (1628—1630).

Wohl weil Kepler vorausah, daß seine Stellung in Sagan beim Sinken von Wallensteins Glückstern gefährdet sei, hatte er einen Teil seines Hausrats in Regensburg bei guten Freunden zurückgelassen, und zwar bei seinem Gevatter Balthasar Gurald, „damals wohnhaft im Wünccklerischen Haus in der Wallerstraß“⁹; bei seiner Gevatterin Frau Fides, Witwe des

⁹ Balthasar Gurald, zuletzt landschaftlicher Sekretär in Linz, war gemeinsam mit Dr. Abraham Schwarz, Rat zu Neuburg, Taufpate von Keplers Sohn Sebald, geb. 28. Jan. 1619 in Linz; Frau Kordula Guraldin, geb. Randolffin, war Patin von Keplers Tochter Kordula, geb. 12./22. Jan. 1621 zu Regensburg. Ein Balthasar Gurald zu Neuburg am Inn wird im Regensburger Beisitzerbuch vom 9. Oktober 1620 angeführt; am 27. Okt. 1625 wird ihm das Beisitzerrecht nochmals auf ein halbes Jahr um 6 Goldgulden verliehen mit dem Bemerkten, in welcher Zeit er sich endlich erklären soll, ob er Bürger werden oder seine Gelegenheit anderswo suchen will. Letzteres scheint er getan zu haben. Aber vom 27. April 1628 bis 20. November 1631 ist wieder ein Bal-

D. Joh. Oberndorffer „in dero hauß gegen dem Bischoffs Hoff über“ (Krauterermarkt 2); bei Hans Haller „Bürgern vnd gewandtſchneidern etc. meinem gewestnen Haußherren“; endlich bei der Witwe Katharina Fritzingerin zu Ofen¹⁰. Ein von Kepler eigenhändig geschriebenes Verzeichniß dieser „Vahrnuß in anno 1628 den 8./18. Junii“ verwahrt die hiesige Kreisbibliothek (s. S. 96, 103).

Die kriegerischen und religiösen Wirren, sowie der Starrsinn der Württembergischen Theologen, die ihm einen Lehrstuhl in der Heimat unmöglich machten, hatten Kepler ein unstätes Wanderleben aufgezwungen; auch konnte er in Sagan nur schwer eingewöhnen. Dazu waren ihm herbe Schicksalschläge und viele Unbilden nicht erspart geblieben — im Frühjahr 1630 bezifferten seine unbeglichenen Forderungen an den kaiserlichen Fiskus 11 817 fl und die oberösterreichischen Stände schuldeten kleinere Beträge. Trotz alledem hat Kepler noch in seinen letzten Jahren die alte Arbeitsfreudigkeit und unverwüthlichen Lebensmut bewiesen; die gewöhnliche Annahme, er sei damals ein gebrochener Mann gewesen, geht völlig fehl. Denn er hat in Sagan die Ephemeriden für 1629—36 unter Mitarbeit von Dr. Jakob Bartſch herausgegeben; die schon in Regensburg verfaßten „In R. P. Terrentii Epistolium Commentatiuncula“ drucken lassen; diese beiden Werke dem Wallenstein gewidmet; dann die den oberösterreichischen Ständen zugeeigneten Ephemeriden für 1621—28 neu herausgegeben; die Gesamtausgabe der Ephemeriden für 1617—36 und das Erscheinen der Tychonischen Beobachtungen eingeleitet, sowie auch die Drucklegung seiner Schrift *Somnium seu Astronomia Lunaris* begonnen; schließlich kam am 18. April 1630 sein zwölftes Kind Anna Maria zur Welt.

Der genannte Dr. Jakob Bartſch aus Lauban (Schlesien) heiratete Keplers Tochter Sufanna am 2. März 1630 zu Straßburg und kam im Mai mit seiner jungen Frau nach Sagan.¹¹

Letzte Reife, Krankheit und Tod in Regensburg (1630).

Die Kunde, daß der Kaiser am 13. September 1630 die Enthebung Wallensteins vom Oberbefehl der kaiserlichen Heere bestätigt habe, war für Kepler eine Unglücksbotschaft. Wohl wäre er bei Begleichung seiner bedeutenden Gehaltsrückstände ein begüterter Mann gewesen; aber da ihm die Lehrtätigkeit in Osterreich und in Württemberg verschlossen und nun auch die Fortbezahlung seines Wallensteinischen Jahresgehältes unsicher gethatar Gurald aus Linz — sicher der nämliche — Beisitzer in Regensburg; er zahlt 12 Goldgulden jährlich und ebensoviel für die letzten 1½ Jahre.

Wahlenstraße 16 (E 11) mit dem hohen Turm, Haymo-, Amans-, Winkler- und goldner Turm (nach dem im 16. Jahrhundert bestehenden Gasthaus gleichen Namens) genannt; jetziger Eigentümer Eugen Hanemann.

¹⁰ Katharina Fritzingerin, geb. Fieren, aus Pettau in Steiermark gebürtig und daher wohl mit Kepler bekannt. (Chr. Ränze war schon 1622 gestorben.)

¹¹ Ein Gebet- und Stammbüchlein der Sufanna Keplerin (Tochter von Keplers erster Frau Barbara, der das Buch gehört hat) erwähnt C. W. Neumann. Die Einträge stammen von Sabina Köchlin (1610), von Ludwig Kepler (1620), von Mitgliedern der Familie Tättenpeckh (Tattenbach; 1623 und 1624), von Sufanna selbst und Anderen (s. S. 197 und Tafel XX).

worden war, trat die ernste Sorge für den Unterhalt seiner Familie in den Vordergrund. Als das Richtige erschien ihm, seinen rückständigen Sold bei dem in Regensburg gerade tagenden Reichstag persönlich anzufordern. Zu diesem Zweck ritt er schon in der ersten Oktoberhälfte von Sagan weg und über Leipzig nach Regensburg. In Leipzig hat er einige Tage, bis zum 21. Oktober, bei seinem Freunde Universitätsprofessor Philipp Müller verweilt, so daß seine Ankunft in Regensburg Ende Oktober erfolgt sein muß.¹² Hier fand er Aufnahme bei dem ihm bekannten Handelsmann und späteren Gastgeb Hillebrand Billj, dem das Haus Keplerstraße 5 (D 104, am alten Fischmarkt) eignete.¹³ Man darf wohl annehmen, daß der Hausherr das erste Obergeschoß bewohnte und sein bestes Zimmer, das große mit dem Erker, dem berühmten Gast eingeräumt habe. (Tafel VI.)

Drei Tage nach seiner Ankunft wurde Kepler von einem heftigen Fieber befallen, dem er am 5./15. November 1630 kurz vor Vollendung seines 59. Lebensjahres erlag.

Über Krankheit, Tod und Begräbnis Keplers berichtet Stephan Lanfius, einer seiner österreichischen Freunde am 24. Januar 1631 von Regensburg aus nach Tübingen — zunächst aus einem Brief „unferes“ Filcher: „... Zum letzten Reichstag kam unser Kepler auf einem mageren Gaul, den er dann um 2 fl verkaufte (nach dem Nachlaßverzeichnis sind es 11 fl gewesen), in unsere Stadt. Nach kaum drei Tagen wurde er von heftigem Fieber (*calido morbo*) befallen. Er glaubte zuerst, er litte am *sacro igni* (heiliges oder Antoniusfeuer genannt, durch Vergiftung mit Mutterkorn entstehend), weshalb er sich nichts daraus machte (*susque deque suum ferebat morbum*). Als das Fieber zunahm, ließ man ihm zur Ader, aber ohne Erfolg. Bald verlor er im mehr und mehr wachsenden Fieber die Besinnung. Während der Krankheit führte er verwirrte Reden — in solchen Fällen die gewöhnliche Erscheinung (*Durante morbo non loquebatur [ut fieri assolet] tanquam animi compos*). Einige Geistliche besuchten ihn und erquickten ihn mit dem lebendigen Wasser der Tröstungen. Zuletzt, als er mit dem Tode rang und seine Seele Gott zurückgab, sprach ihm mein Verwandter, der hiesige evangelische Pfarrer Sigmund Christoph Donauer, herzlich zu, wie es einem Diener Gottes ziemt. Das geschah am 5./15. November 1630. Am 9./19. begrub man ihn auf dem S. Petersfriedhof außer-

¹² Wie noch ausgeführt wird, ist Kepler kaum drei Tage nach der Ankunft in Regensburg erkrankt und hat dies der Kaiser bei seiner Abfahrt dahier am 3. November erfahren.

¹³ Man hielt lange Zeit das Haus F 48 am neuen Fischmarkt für Keplers Absteigquartier und hatte es um 1831 sogar mit einer Gedächtnistafel versehen, bis C. W. Neumann D 104 als das richtige Haus nachwies, wohin die Gedenktafel 1865 auch übertragen wurde. Zur weiteren Bekräftigung dessen diene, daß im Erdgeschoß daselbst ein schmales Gäßchen zum Drießel führt, worüber Hillebrand Billj 1634 an den Wachtmeister berichtete: es sei vergangene Nacht zu seinem großen Schaden im Drießel eingebrochen worden; es möchte das unfaubere Gäßchen, in dem sich des Nachts auch Soldaten aufhielten, oben und unten geschlossen werden (Donauwachtprotokoll 1632—50).

Dieses Haus liegt mit der nicht weit entfernten Wohnung von Keplers Familie während der Zeit von 1626 bis 1628 in der nämlichen Straße, die früher Donaufraße hieß. Zu Ehren des großen Mannes wurde sie 1865 in Keplerstraße umgetauft.

halb der Stadt; denn die Lutheraner werden nicht innerhalb der Mauern beigelegt. Bei der sehr feierlichen Bestattung wählte mein genannter Verwandter den Text zu seiner Rede aus Lukas 11, 28: „Selig sind, die Gottes Wort hören und bewahren“. Er starb im Haus des N. Hillebrand. Die Habfeligkeiten, die er mit nach Regensburg brachte, sind vom Magistrat bis zur Ankunft seiner Witwe versiegelt worden.“

Diesem Bericht, der erst nach dem 13./23. Dezember verfaßt sein kann, fügt Lanfius in seinem Schreiben nach Tübingen noch bei: „Dem krank darnieder Liegenden hat sich unlängst unser Kaiser Ferdinand in Regensburg noch überaus gnädig erwiesen. Von Keplers schlechtem Befinden in Kenntnis gesetzt, als er schon das zur Abfahrt fertige Schiff bestiegen hatte (3. November), befahl er einem Gefolgsmann ausdrücklich, Kepler zu besuchen und ihm 30 oder, nach anderem Bericht, 25 ungarische Goldgulden mit dem Wunsche zur Genesung zu überbringen. Als es mit ihm zu Ende ging, antwortete er auf die Frage, wodurch er felig zu werden hoffe: „Einzig durch das Verdienst unseres Erlösers Jesus Christus“, wodurch er mit innerster Überzeugung aussprach, worin all seine Zuflucht, sein Trost und Heil be beschlossen sei.“ (Siehe S. 97.)

Daniel Tanner gibt folgende Schilderung (Calend. Histor. Ratisb. sec. XVII, b. Staatsbibliothek): „Anno 1630 (7. Nov.) ward zu Weih St. Peter begraben M. Johann : Keplerus. Insignis Astronomus dreier Römischer Kayser . . . wie auch der Ständt von Ober Össterreich bestellter Mathematicus, seines alters 60 Jahr. Inn seiner Krankheit war Er im Haupt etwas verwirrt, redet nichts, sondern deutet mit dem Zeiger Finger bißweil an die Stirn, bißweilen yber sich gen Himmel. Er hat sich wollen vnterziehen ein Vergleich zwischen der Euangelischen vnd Pöbstischen Religion zu machen: sed frustra, Christus enim et Belial nunquam concordabunt“. Weiterhin schreibt Tanner: Um $\frac{1}{2}$ 6 Uhr am Abend des Begräbnistags „hat sich der Himmel auffgethan, vnd ist Feuer alß Kugeln herabgefallen, so man nit allein hie, sondern an anderen orthen gesehen.“

In Plato-Wilds handschriftlicher Chronik lesen wir über Keplers Tod: „Eodem (5. Nov.) ist verschieden der Hochgelehrte Mathematicus M. Keplerus, Kayserl. Maj: und deß Fürsten v. Friedlandes bestellter Astronomus. Dieser Mann wie er dubitiret in der Religion, also ist er auch in Dubitatione gestorben, und aller Seiner Vernunft und Sinne beraubt worden, daß man mit ihm nichts Conversiren können de capitibus fidei. Ist gleichwohl auf dem Evang. Gottes Aker begraben worden.“

Zu diesen drei Berichten, die in der Hauptsache übereinstimmen, einige Bemerkungen:

Der erwähnte Fischer (Magister Jakob F., von 1631 bis 1638 evangelischer Prediger in Regensburg) war Erzieher der beiden Söhne des Freiherrn Erasmus von Starhemberg, Schloßherrn von Efferding. Starhemberg (1575—1648) hatte eine Wohnung zu Regensburg inne im Lerchenfelderischen, früher Dürrnstetterischen Haus, Wahlenstraße 17 (E 26), und war ein hervorragender Gönner Keplers schon seit dessen Prager Zeit; unter der Obhut seiner Gemahlin wurde Keplers zweite Frau Susanna in Efferding erzogen. Aus diesen Zusammenhängen ist zu schließen, daß Fischer,

als er von der Ankunft und Krankheit Keplers erfuhr, diesen in seinen letzten Tagen betreute und Augenzeuge seines Todes war, worüber seine ausführliche Schilderung an sich keinen Zweifel läßt. Irrtümlich ist wohl seine Angabe, Kepler sei am 9./19. November begraben worden; das Kirchenbuch, das den 7./17. November meldet (Tafel VII), ist sicher verlässiger. Kepler wird sich auf seinem langen Ritt eine starke Erkältung zugezogen haben und kaum mehr fähig gewesen sein, seine Sache beim Reichstag schriftlich oder gar mündlich zu vertreten, was bei der bevorstehenden Abreise des Kaisers sofort nach seiner Ankunft hätte geschehen müssen.

Eine weitere kurze Darstellung von Keplers Heimgang stammt von Pfarrer Donauer selbst. Dieser hatte nämlich von den Erben zum Dank für seine priesterlichen Funktionen bei Keplers Tod ein Exemplar der *Ephemerides Novae* v. J. 1617 (Kreisbibliothek) als Geschenk erhalten, auf dessen Titelblatt er schrieb: *Christophorus Sigmundus Donauerus, ecclesiae patriae servus, habet ex dono haereturum (sic!) auctoris, cui hic in committis a.o. 1630 aegrotanti, agonizanti, morienti non tantum consolationibus divinis adfui, sed post mortem in coemeterio S. Petri humato sermone funebri ultimos honores exsolvi.* Damit stimmt der Inhalt des genannten Briefes vollkommen überein.

Während seiner Krankheit muß aus der Elefantenapotheke, die seiner Wohnung am nächsten lag, verschiedenes geholt worden sein; denn im Verzeichnis seines Nachlasses steht unter den Schulden: Johann Georg Peuttel (so hieß der Mann und nicht: Peuffel) Apothekern, laudt zetsl . . .

Interessant ist auch das Verhalten des Pfarrers Donauer, der wohl mit dem hiesigen Konsistorium in enger Fühlung stand. Wie erwähnt, war Kepler seit 1612 aus der lutherischen Kirchengemeinschaft ausgeschlossen, was die Regensburger Geistlichkeit zu beachten hatte; andererseits war sie einsichtig genug, dem weitberühmten und gottvertrauenden Manne das kirchliche Begräbnis nicht zu verweigern. Diesen Zwiespalt lese ich auch aus den genannten Berichten heraus: An das Krankenlager schickte man nur jüngere Geistliche; der auch erst 37jährige Pfarrer Donauer¹⁴ kommt gerade noch recht zur Auflösung. Der der Grabrede untergelegte Text: „Selig sind, die Gottes Wort hören und bewahren“ läßt soviel Spielraum, daß der streng konfessionelle Standpunkt betont werden konnte, ohne gerade über den Toten zu richten.

Von des berühmten Mannes Ende sagt indessen Donauer in seiner Stadtchronik kein Wort, wohl aber Plato-Wild, und der auch nur mit einem Beigefchmack von Intoleranz. Zudem kann des letzteren Angabe, daß Kepler in seinem Leben und Sterben im Zweifel (in dubitatione) an seinem Glauben gewesen sei, nicht unwiderprochen bleiben; denn sein Glaubensbekenntnis (Dr. W. v. Dyck, *Abhandl. d. B. Akad. d. Wissensch. Mathem. phys. Klasse XXV. Bd. 9. Abh. 1912*) hat Kepler noch in gesunden Tagen mit ausführlichen Darlegungen klar und deutlich begründet und, was er einmal als richtig erkannt, hat er — oft zu seinem Schaden — niemals verleugnet.

¹⁴ Christoph Sigmund Donauer, geb. 1593, starb 1655 als Pfarrer an der Neuen Kirche und Superintendent. Er hat die Regensburger Chronik des M. Andreas Rafelius, die mit dem Jahr 1545 endete, bis 1654 fortgesetzt.

Am 26. November befahl der Magistrat wegen Herrn Keplers Kays. Mathematici Todtfall und Verlassenschaft nach Sagan zu schreiben. Das Inventar der Verlassenschaft, aufgenommen den 13. Dezember 1630 (ziemlich spät!) im Beisein zweier Inventierer und eines Inventierknechts, besitzt die Regensburger Kreisbibliothek (s. S. 98, 104). Im Zusammenhalt mit dem Fahrnisverzeichnis vom Jahre 1628 geht daraus hervor, daß Kepler keineswegs mittellos starb; zudem wird er trotz der allgemeinen Geldklemme während des langen Krieges doch immer einen Teil feines Soldes und aus dem Verkauf seiner Werke auch einiges herausgeschlagen haben. Die hauptsächlich von dem Göttinger Universitätsprofessor A. G. Kästner vertretene gegenteilige Auffassung erscheint deshalb unbegründet.

Keplers Grabstätte. (Tafel VIII.)

Da nun Keplers Angehörige viele Tagreifen von seinem Sterbeort entfernt wohnten und die Witwe mit ihren unmündigen Kindern die beschwerliche Reise hierher mitten im Winter nicht unternehmen konnte, erfüllten die Regensburger Freunde Keplers nur eine selbstverständliche Pflicht, wenn sie für eine würdige Grabstätte samt Grabchrift Sorge trugen.

In dieser Annahme hat auch der Magistrat am 16. Dezember Keplers Hausherrn Hildebrand Billy, der um Rückerstattung seiner Auslagen für Kepler gebeten hatte, an Herrn Gurald, Keplers Freund, verwiesen.

Der evangelische Friedhof St. Peter, südöstlich vor dem Peterstor gelegen, war 1543 an Stelle eines Weingartens des Schottenklosters eingerichtet, dann 1564 südwärts erweitert und mit einer Mauer eingefaßt worden (s. S. 97). Seinen Zustand um 1630 gibt uns eine Vogelschauzeichnung von Hans Georg Bahre (oder Wahre) 1586—1646, einem hiesigen Goldschmied und Kupferstecher, Stadtsiegel- und Münzweiser-Schneider, dem wir eine ganze Reihe höchst wertvoller Stadtansichten des 17. Jahrhunderts verdanken. Für die Grabstätte wird man einen bevorzugten Platz an der Umfassungsmauer — wahrscheinlich im südlichen Friedhofsteil — ausgesucht und eine würdige Gedächtnistafel, die in die Friedhofsmauer eingesetzt werden konnte, besorgt haben; ein schmuckvolles, aufwändiges Grabmal darf als ausgeschlossen gelten. Damals stand dahier die Steinätzungskunst in Blüte.

Zur Erschwerung eines vermuteten schwedischen Angriffes fing man trotz des Einspruches des Rates schon am 30. April 1632 an, einen Teil der Friedhofsmauern von St. Peter abzubauen. Das geschah, als Gustav Adolf gegen Ingolstadt zog und man glaubte, er würde bald vor Regensburg erscheinen. Da er sich jedoch unvermutet nach München wandte, hat man der Zerstörung unserer Friedhöfe Einhalt getan. Als dann aber im folgenden Jahre die Schweden unter Bernhard von Weimar tatsächlich gegen Regensburg anrückten, ließ der bayerische Kommandant Oberst Troibrez am 25. Oktober 1633 die Mauern der beiden Friedhöfe (St. Peter und S. Lazarus) samt den Grabmälern vollends zerstören (nach Donauer), dazu u. a. Prebrunn, das Spital S. Lazarus und vor dem Ostentor S. Niklas. Wenn nicht schon im Jahre vorher, ging also 1633 Keplers Grab t a f e l sicher zu Grunde.

Der Hauptangriff der Schweden, der mit der Einnahme der Stadt endigte, erfolgte von Westen her; aber auch im Osten reichten nach dem Merianplan von 1633 ihre Laufgräben von der Donau gerade bis zum Petersfriedhof. Als dann im Sommer 1634 die Stadt von der kaiserlichen und bayerischen Heeresmacht belagert wurde, zogen sich nach dem Merianplan von 1634 die Laufgräben der Angreifer in geschlossener Linie rings um die Stadt; zudem war unmittelbar südlich vom Petersfriedhof eine Batterie eingebaut.

Damals muß die ganze Grabstätte Keplers samt den Gebeinen restlos vernichtet worden sein, sei es durch Maßnahmen der Belagerer, sei es durch die Geschosse der Verteidigung, die in der Nähe der feindlichen Batterie jedenfalls zahlreich eingeschlagen und den Boden aufgewühlt haben. Denn andernfalls wäre nach Einnahme der Stadt das Grab des teuren Mannes von seiner Frau und von seinen Freunden sicherlich wieder aufgesucht und betreut worden, so daß es auch späteren Zeiten hätte erhalten bleiben müssen. Die Friedhofmauer wurde 1637 wieder hergestellt.

Anscheinend ist jedoch wenigstens der Text der Grabchrift gerettet worden. Der Rektor vom Gymnasium Poëticum, Johann Philipp Oftertag (1734—1801) hat uns die lateinisch abgefaßte Inschrift überliefert, wie sie der Superintendent Georg Serpilius (1668—1723) verzeichnet hatte. Sie lautet:

In hoc agro quiescit Vir nobilissimus, doctissimus et celeberrimus Dom. Joan. Kepplerus Trium Imperatorum Rudolphi II. Matthiae et Ferdinandi II. per annos XXX antea vero Procerum Stiriae ab anno MDXCIV usque MDC. postea quoque Austriacorum ordinum ab anno MDCXII usque ad annum MDCXXVIII. Mathematicus, toti orbi Christiano per monumenta publica cognitus, ab omnibus doctis inter principes astronomiae numeratus, qui manu propria assignatum post se reliquit tale epitaphium:

Mensus eram caelos, nunc terrae metior umbras;
Mens caelestis erat, corporis umbra jacet.

In Christo pie obiit anno salutis MDCXXX. D. V. Nov. aetatis Suae Sexagesimo.¹⁵

¹⁵ In deutscher Übersetzung: „Hier ruht der hochangesehene, hochgelehrte und weltberühmte Mann,

Herr Johannes Kepler,

30 Jahre hindurch Mathematiker dreier Kaiser, Rudolfs II., Matthias und Ferdinands II., vorher aber der steierischen Landschaft von 1594 bis 1600. dann auch der österreichischen Stände bis zum Jahre 1628, der ganzen Christenheit bekannt durch seine Schriften, von allen Gelehrten den Fürsten der Astronomie zugezählt, der sich diese Grabchrift selbst bestimmt hat:

Habe die Himmel erforscht, jetzt irdische Schatten erforscht ich;
Himmels Geschenk war der Geist, schattenhaft liegt nun der Leib.

Gottergeben starb er in Christo im Jahr des Heils 1630 den 5. November im sechzigsten seines Lebens.“

Die Angabe des 60. Lebensjahres scheint dem Kirchenbuch entnommen zu sein, wo sie, statt des 59., unrichtig nachgetragen wurde. Der 5. November ist nach dem Gregorianischen Kalender der 15. Ohne Angabe von Gründen bezweifelt indessen Ostertag die Echtheit dieser Grabchrift. Jedoch finde ich in des fleißigen Neumanns Manuskripten die Bemerkung: „Keplers Grabchrift hat der Großvater des Predigers bei S. Oswald M. Barth aufbewahrt“, die wohl einer weiteren Nachforschung wert ist. Der Pastor Johann Matthäus Barth (1671—1757) hatte einen Bruder, den Ratsherrn und Konsistorialpräsidenten Johann Georg (1697—1753). Ihr Vater war der Prediger Johann Andreas Barth (1654—1713); die drei Genannten müssen also mit Serpilius bekannt gewesen sein! Die beiden Brüder hatten endlich den Hansgerichtsassessor (Hans = Hansla) Markus Barth den Jüngeren (1602—1655) zum Großvater. Dieser kann sehr wohl im Alter von etwa 30 Jahren Keplers Grabtafel noch gesehen und ihre Inschrift aufgezeichnet haben. Hiemit wächst das Vertrauen auf die Echtheit der Grabchrift, zumal da auch der etwas überschwängliche übrige Text den damaligen Gewohnheiten vollkommen entspricht.

Kepler und Regensburg.

Faßt man nun aus diesen Untersuchungen die Beziehungen Keplers zu Regensburg zusammen, so hat er die alte Kaiserstadt wahrscheinlich schon 1609 zum ersten Male betreten. Dann weilte er aber in den Jahren von 1613 bis 1628 elfmal für längere Zeit oder nur auf der Durchreise in unserer Stadt, wo zudem seine Familie in den Jahren 1620—1622 und 1626—1628 Unterkunft fand und ihm 1621 seine Tochter Kordula geboren wurde. Endlich führte ihn 1630 sein letzter Ritt, der ihm zum Verhängnis werden sollte, von Sagan wieder nach Regensburg. Kriegsgewalt hat seine Ruhestätte auf dem Petersfriedhof leider restlos zerstört. Unsere Stadt hat somit in dem vielbewegten Leben des berühmten Forschers eine hervorragende Rolle gespielt und daraus die besondere Pflicht abgeleitet, sein Andenken hoch in Ehren zu halten.

Keplers Nachkommen.

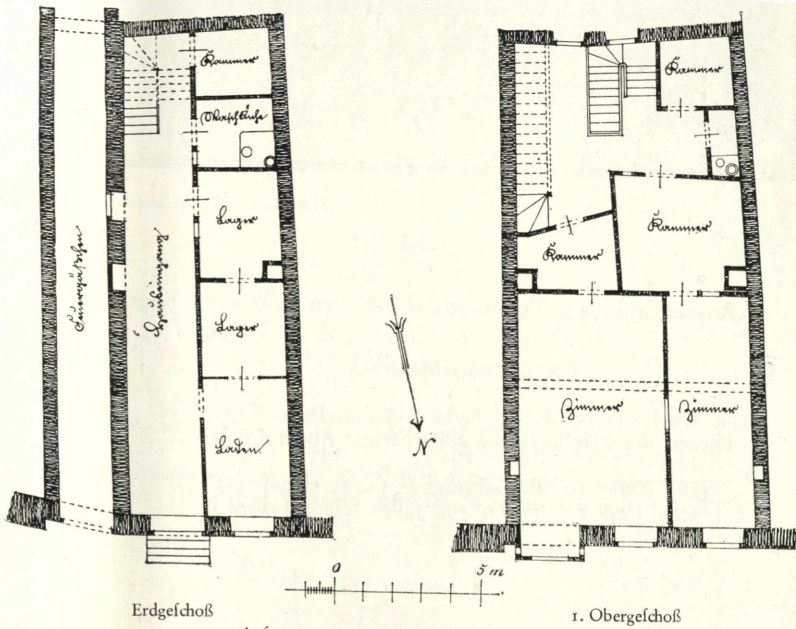
Noch bleibt der weitere Lebenslauf von Keplers Familienmitgliedern zu schildern. Jedoch ist nur von seinem ältesten Sohn Ludwig Näheres bekannt, von den übrigen nur einzelne Daten, deren große Lücken vorläufig noch nicht endgültig zu schließen sind. Zunächst sei in zeitlicher Folge aufgezählt, was sich darüber erheben ließ:

a) Keplers Witwe Susanna hat sich gemeinsam mit ihrem Schwiegerohn Jakob Bartsch am 31. Oktober 1631 zu Regensburg der Stadt gegenüber zur Deckung etwaiger Ansprüche an den Nachlaß ihres Mannes bereit erklärt (s. S. 100).

b) Am 15. August 1632 starb zu Lauban ihr Schwiegerohn und getreuer Beiständer J. Bartsch an der Pest im Alter von erst 33 Jahren. Seine Witwe Susanna ist nach 1635 eine zweite Ehe mit Martin Hiller eingegangen.



Phot. Komm.-Rat H. Schricker, Regensburg

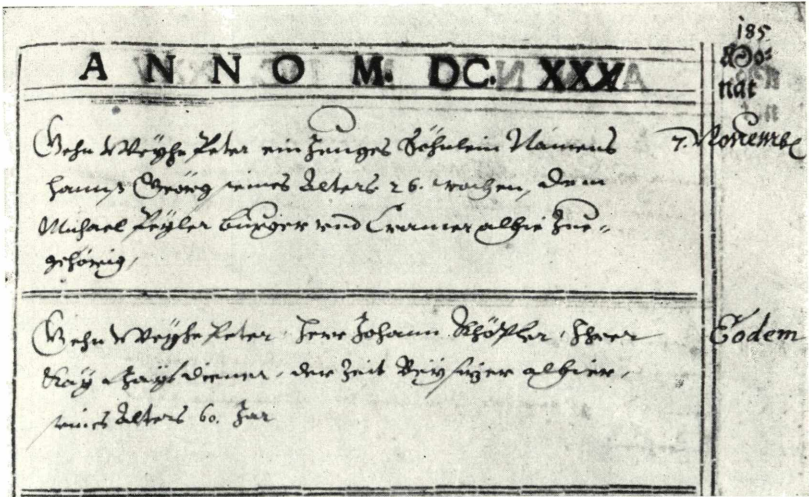


Aufgenommen vom Stadtbauamt Regensburg
Abt. Stadterweiterung

Tafel VI.

Johann Keplers Sterbehaus in Regensburg.
Keplerstraße 5 (D 104).

Johann Kepler.



Phot. K. Büchele, Studienprofessor, Regensburg

Tafel VII.

Auszug aus dem Totenbuch der Neuen Pfarre zu Regensburg.

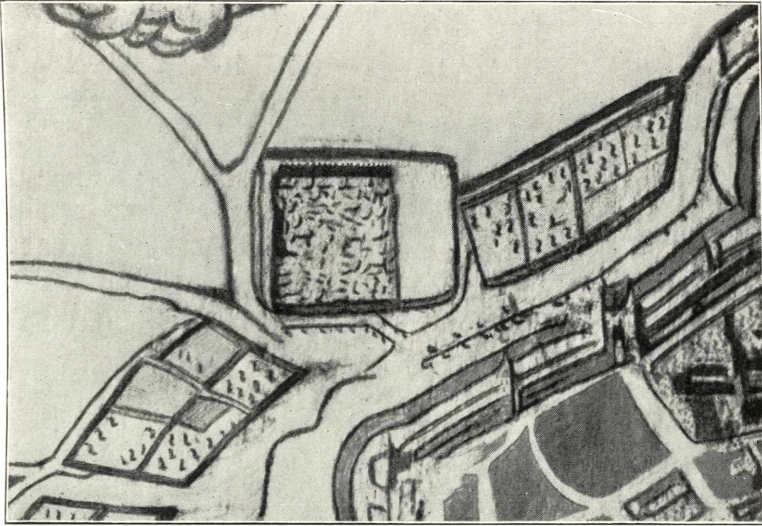
Beerdigungs-Matrikel.

Gehn Weyhe Peter Herr Johann Khöpler, Ihrer Kay Mayt
Diener, der Zeit Beytzer alhier, seines Alters 60. Jar

[7. November]

(Die Ziffer 60 ist nachträglich falsch eingesetzt;
denn Kepler starb im 59. Jahre seines Lebens.)

(Kalender alten
Stils.)



Phot. Komm.-Rat H. Schriker, Regensburg

Friedhof

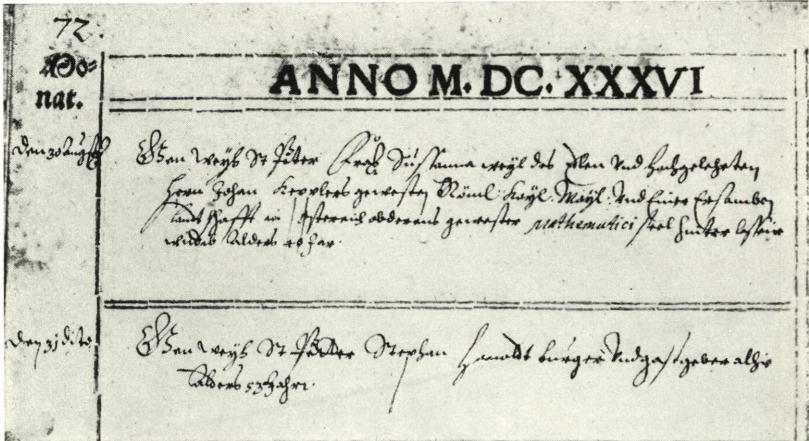
Peterstor

Tafel VIII.

Friedhof Weih St. Peter in Regensburg
gegen Süden.

Auschnitt aus einem Vogelschauplan des Historischen Vereins von Hans Georg Bahre (um 1630). — An der südlichen Friedhofsmauer stehen Grabmäler. — Im Zug der Stadtmauern erscheint das zweitürmige Peterstor, von wo aus der Weg zum Friedhof führt.

Sufanna Kepler.



Phot. K. Büchle, Studienprofessor, Regensburg

Tafel IX.

Auszug aus dem Totenbuch der Neuen Pfarre zu Regensburg.

Beerdigungs-Matrikel.

1636
den
30. August
(Kalender alten
Stils.)

Gen Weyh St Peter Fraw Sufanna weyl des Edlen vnd Hochgelehrten Hern Johan Keplers gewestten Röm: Kay: May: Vnd Einer Erlamben landtschafft in Osterreich oberdens gewestter Mathematici seel hinterlassene Wittib Alders 40 Jar.

c) Im Jahre 1632 und später wiederholt noch wandte sich Keplers ältester Sohn Ludwig mit zahlreichen Eingaben an die Linzer Stände, an die Hofkammer, die Kaiserin und den Kaiser selbst, um die rückständige Befoldung seines Vaters ausgezahlt zu erhalten. Bei den Ständen hatte das nur geringen, im übrigen gar keinen Erfolg, obwohl er seine und der Familie Bedrängnis lebhaft schilderte und sogar einmal vorschlug, ihm nur 2000 Taler auszuzahlen, den Schuldrest aber durch Lieferung von guten ungarischen Weinen abzutragen. Er konnte lediglich erreichen, daß ihm eine Schuldurkunde Kaiser Ferdinands vom 27. April 1633 über 12694 fl ausgehändigt wurde.

d) Am 9. August 1634 widmete Ludwig Kepler der Stadt Regensburg ein Exemplar der Rudolphinischen Tafeln, das die hiesige Kreisbibliothek verwahrt (s. S. 95).

e) Die Witwe Susanna Bartsch schreibt in einem Brief an den kaiserlichen Rat Dr. Gebhardt vom 18. Mai 1635, worin es sich um Vorschüsse für die Herausgabe astronomischer Werke (Tychonische Beobachtungen?) handelt: „Hierbeineben aber muß ich den H. berichten, daz zu solchen werckh nit ich nur alleinne, sondern auch meine fraw Mutter sambt vier vnerzogen geschwister ietzo zu Frankfurt am Mayn in höchster Armut, nebenst noch einem außländischen bruder M. Ludewig Kepler gehören, vnd mit solchen des Tycho Brahens Kayf. Mathm. Sel. Erben ... auch verpunden sein.“

f) Am 16. November 1635 richtete Joannes Pieronius ein Schreiben an die Witwen Kepler und Bartsch, dessen Anschrift lautete: Meinen in Ehren gebühr freundlichen frauen zu eigenen Händen Lauban oder Wo sie anzutreffen (präfl. Lauban 3. Dez. 1635).

g) Die Witwe Susanna Kepler stirbt in Regensburg und wird am 30. August 1636 auf dem Petersfriedhof daselbst begraben, 40 (?) Jahre alt (s. S. 99 und Tafel IX).

h) Das erst den 27. Februar 1637 aufgenommene Inventarium ihrer Habeeligkeiten s. S. 99, 108.

i) In einer von Ludwig Kepler an den Kaiser gerichteten umfangreichen Bittschrift — der Entwurf ist leider ohne Datum, Ort und Namen, aber nach der Mutter Tod geschrieben — heißt es: „... Eu. Kayf. Mayt. wollen allergnädigst bedenckhen vnser bißhero lang außgestandenes Ellendt vnd armuth, darüber meine beede Brüder sampt der Stieffmutter wegen höchster armuth vnd Ellendt das leben eingebüßet, wie ich dan der vnderthenigsten Hoffnung gelebe, Eu. Kayf. Mayt. werden ... Anordnung thun, damit Ich schleinig mit meinem gutten contento abgefertigt werden möchte.“

k) Die hiesigen Kirchenbücher enthalten keinen Eintrag über den Tod von Keplers Söhnen Fridmar und Hildebert.

l) Laut einer Abschrift aus dem verloren gegangenen Ratsprotokoll vom 6. August 1638 soll Dr. Marchtrencker, bei dem die zwei minderjährigen Töchter Keplers (Kordula und Anna Maria) in Kost sind, Kuratoren für diese vorschlagen und benennen.

m) Am 30. August 1638 gibt Ludwig Kepler dem Magistrat zu Regensburg eine Schadlosverschreibung wegen seiner Mutter Verlassenschaft und setzt die kaiserliche Schuldverschreibung über 12694 fl als Pfand.

n) Weder die Trauungs- noch die Totenbücher des hiesigen evangelischen Pfarramtes enthalten die Namen von Kordula und Anna Maria Kepler.

o) Ludwig Kepler, geb. den 21. Dezember 1607 in Prag, starb den 23. September 1663 in Königsberg (Ostpreußen) als k. polnischer und kurfürstlich Brandenburgischer Hofmedikus und Altstädtischer Stadtphysikus. 1627 hatte er die Magisterwürde in Tübingen erworben. Nach des Vaters Tod und mehrjährigem Aufenthalt in Genf und Frankfurt a. M. kam er 1635 nach Königsberg. Von da aus ging er nach Italien und erwarb zu Padua den Dokortitel, dann nach Ungarn, wo er drei Jahre lang in Odenburg als Arzt sich betätigte. Er war zweimal verheiratet und hatte neun Kinder.

p) Im Jahre 1712 wird der Uhrmacherswitwe Sufanna Elisabeth Wahl in Königsberg bezeugt, daß sie die einzige Erbin ihres Vaters Ludwig Kepler und ihres Großvaters Johann Kepler sei. Dieses Erbrecht ist dann übergegangen auf ihre zwei ehelichen Kinder: Maria Elisabeth, die den Bürger und Kürschnermeister Wilhelm Hilbrandt in Königsberg heiratete, und Johann Ludwig Wahl, Diakonus in Bladiau.

q) Am 9. Juli 1717 berichtet die Wiener Hofbuchhaltung: Wilhelm Hilbrandt sei eigens nach Wien gekommen, um namens seiner Frau und seines Schwagers als alleinige Erben Johann Keplers das Gesuch zu vertreten, ihm durch eine neue kaiserliche Obligation die Forderung von 12694 fl samt Interesse zu sichern, worüber Kaiser Ferdinand II. dem Johann Kepler einen Schuldschein ausgestellt habe. Nun seien von dieser Schuld aber schon 1000 fl abgetragen worden, so daß nur noch 11694 fl samt den Zinsen aus 2333 fl 20 kr rückständig wären; da jedoch von der Schuldenliquidationskommission ältere Schulden als von 1680 nicht mehr anerkannt würden, werde beantragt, den Gesuchsteller abzuweisen und ihm höchstens die Reisekosten zu entschädigen.

r) Der hierauf ergangene, an die kaiserliche Universal-Bancalität geleitete Beldheid lautet: Demnach man den Wilhelm Hillbrandt . . . simpliciter zwar abgewiesen, Selbigen aber jedoch /: weillen Er einen so weithen weeg mit Hinterlassung weibs vnd Kinder auch mörklichen Vncösten anhero gereifet ist, sich dahier gänzlich verzehret vnd dahin wider zurück zu kehren keine Mittl hat :/ pro viatico 75 fl verwilliget hat, wird Ihre löbl. Kais. Universal-Bancalität ein solches in freundschaft hiemit insinuiret, auf daß Selbige besagten Impetranten sothane plaudirte 75 fl gegen seiner bescheunigung ohnschwer abreichen zu lassen, belieben wolle.

Wien, den 31. Juli 1717.

Obwohl aus diesen lückenhaften Daten die Schicksale der Witwe Keplers und ihrer Angehörigen nicht immer mit Sicherheit herauszulesen sind, soll doch ein Versuch zur Klärung unternommen werden.

Nach dem Tode ihres Mannes scheint die Witwe mit ihren vier Kindern von Sagan in das nahe gelegene Lauban zu ihrem Schwiegerohn gezogen zu sein, worauf (f) hindeutet. Von hier aus fuhr sie dann mit diesem im Oktober 1631 nach Regensburg, aber nur um den Nachlaß ihres Mannes zu ordnen (a), sein Grab zu besuchen und dann wieder zurückzukehren. Das Zureden ihrer Regensburger Freunde und der Wunsch, dem Grab ihres Mannes nahe zu sein, hat wohl nach dem frühzeitigen Tod ihres Schwiegerohnes (b) den Plan reifen lassen, ihren Wohnsitz nach Regensburg zu verlegen, sobald die Kriegslage in Bayern dies zuließe. Vielleicht sollte die Widmung der Rudolphinischen Tafeln an die Stadt durch ihren Sohn Ludwig im August 1634 (d), kurz nachdem Regensburg wieder endgültig von den Kaiserlichen besetzt worden war, den Boden für diese Übersiedelung vorbereiten. Letztere erfolgte erst im Frühjahr 1635 mit einem großen Umweg über Frankfurt a. M., wo die Witwe Susanna offenbar mit ihrem Sohn Ludwig zusammentraf (e. o.) und auf der Buchmesse den Absatz der Werke ihres Mannes betreiben wollte, was anscheinend nicht ohne Erfolg war (h). Von ihren vier Kindern scheint sie die Söhne Fridmar und Hildebert im Alter von zwölf und zehn Jahren nicht mit nach Regensburg genommen, sondern anderswo untergebracht zu haben; sie sind beide, wenn man die Reihenfolge in (i) zeitlich auffassen darf, vor ihrer Mutter gestorben, jedoch nicht in Regensburg begraben (k).

In Regensburg hat die Witwe Keplers mit ihren zwei Töchtern wohl bei Dr. Marchtrenker Aufnahme gefunden, wie aus (h) und (l) zu schließen ist.¹⁸

Keplers Witwe Susanna ist in Regensburg schon fünfviertel Jahre nach ihrem Umzug hierher gestorben (e. g.); die Angabe ihres Alters im Totenbuch mit 40 Jahren scheint auf einer Schätzung zu beruhen; denn sie ist am 25. Dezember 1589 geboren, also im 47. Lebensjahre gestorben. Die gewöhnliche Annahme, sie hätte in ärmlichen Verhältnissen gelebt, wird widerlegt durch das Verzeichnis ihres Nachlasses (h), das eine gewisse Wohlhabenheit verrät; das Urteil darüber ist irre geführt worden durch die scharfe Betonung ihrer Armut in den Bittgesuchen ihres Sohnes Ludwig (i), womit dieser aber nur die Auszahlung der großen Gehaltsrückstände seines Vaters eher zu erreichen hoffte. In der gleichen Richtung geht die Darstellung der Witwe Bartich vom 18. Mai 1635 (e).

Die letzte Kunde von Keplers beiden jüngsten Töchtern Cordula und Anna Maria bringt uns der Ratsbeschuß vom 6. August 1638, wodurch Dr. Marchtrenker aufgefordert wird, Vormünder für die 17- und 8-jährigen Mädchen zu benennen (l). Später müssen sie von hier fortgezogen sein (n), unbekannt wohin.

Johann Keplers einziger männlicher Stammhalter war sein Sohn Ludwig, der es zu einer angesehenen Stellung in Königsberg gebracht (o)

¹⁸ Stephan Marchtrenker, geb. 1584 zu Wels (Ob.-Österr.), promoviert 1611 in Tübingen, gestorben am 7. August 1642 als Doktor beider Rechte und „gewesener Confularium“, war verheiratet mit Margareta, gebornen Stadlmeier (1594—1647). Die beiden sind erst als Eheleute — und zwar vor 1631, wo ihnen ein Söhnlein hier starb — nach Regensburg gezogen und liegen auf dem Petersfriedhof dahier begraben. Ihre Wohnung war bisher nicht zu ermitteln.

und sich auch wissenschaftlich mehrfach hervorgetan hat. Mit seinem Tod am 23. September 1663 ist der Keplerische Mannestamm erloschen, aber die weibliche Linie hat sich weiter fortgepflanzt. Von den neun Kindern Ludwigs scheint nur die Susanna Elifabeth, verheiratete Wahl, Nachkommen gehabt zu haben; denn sie wird 1712 als einzige Erbin Johann Keplers bezeichnet (p). Ihre Tochter Elifabeth heiratete den Königsberger Bürger und Kürschnermeister Wilhelm Hilbrandt, ihr Sohn Ludwig war 1717 Diakonus in Bladiau.

In Vollmacht seiner Frau und seines Schwagers machte Wilhelm Hilbrandt i. J. 1717 den Versuch in Wien die immer noch unbezahlten Gehaltsrückstände Johann Keplers für dessen Erben sicherzustellen. Auf dem Wege dahin ließ er sich in Regensburg am 21. März 1717 die kaiserliche Schuldverfchreibung über 12694 fl aushändigen, die Ludwig Kepler dort im Jahre 1638 als Pfand gegeben hatte (m). Der Versuch scheiterte, denn die kaiserliche Hofkammer machte Verjährung dagegen geltend. Sie muß aber ihrer Sache doch nicht ganz sicher gewesen sein, sonst hätte sie dem Hildebrandt, dem wohl die Mittel zum Prozessieren fehlten, die Reisekosten wahrscheinlich nicht ersetzt (r). Damit ist auch den Erben diese wohlverdiente Geldsumme, die damals ein Vermögen ausmachte, anfeindend ungebührlicher Weise entzogen worden.¹⁷

Aus dem Jahresbericht des Direktors Otto Struve an der Sternwarte zu Pulkowo vom Jahre 1876 ist zu entnehmen, daß Nachkommen von Keplers Tochter Susanna, verwitwete Bartsch, jedenfalls noch im 19. Jahrhundert gelebt haben (s. S. 196 f.). Außerdem kann sich das Keplerische Blut noch fortgeerbt haben in der zweiten Ehe, die Susanna Bartsch nach 1635 mit Martin Hiller eingegangen hat. Über diesen und die erwähnten übrigen Zweige von Keplers Familie wird vielleicht ein Werk Aufschluß bringen, das Gustav Keppler, Oberpostinspektor in Stuttgart, bereits angekündigt hat.¹⁸ —

Schon aus diesem nur auf Regensburg eingestellten Ausschnitt seines Lebens und Wirkens tritt uns Johannes Kepler entgegen als ein geistesgewaltiger Recke, als das Vorbild eines gesinnungstreuen echten deutschen Mannes. Das Werk, das sein schaffender Geist uns aufgebaut, wird als ein Ehrenmal unseres Volkes in der Menschen Gedenken niemals untergehn.

Auch unserem Johannes Kepler, der „immer strebend sich bemüht“, mag das Frohlocken der Engel gelten, die des toten Faust Seele vor den Mächten der Finsternis bewahren:

Heilige Gluten!
Wen sie umschweben
fühlt sich im Leben
selig mit Guten.
Alle vereinigt
hebt euch und preist! (Faust II.)

¹⁷ Demgegenüber läßt sich die Meinung, die ganze Schuldsumme sei an Keplers Nachkommen ausbezahlt worden, kaum noch aufrecht erhalten.

¹⁸ Aus Königsberg konnte ich keine Angaben erhalten; besondere Nachforschungen dort zu veranlassen, hätte wahrscheinlich größere Mittel erfordert, ohne einen Erfolg zu verbürgen.

II. ARCHIVALISCHES UND BIBLIOGRAPHISCHES

VON DR. HEINRICH HUBER
REGIERUNGSRAT I. KL. AM LANDTAGSARCHIV MÜNCHEN.

Ein eigentümliches Geschick hat es gefügt, daß unsere freundliche Heimatstadt Regensburg im Zeitraum eines knappen Jahrhunderts zwei Großen im Reiche des Geistes nacheinander unter fast gleichen Umständen zur leidvollen Sterbestätte wurde.

Am 8. Januar 1534 starb Johannes Aventinus, der Vater der bayrischen Geschichtschreibung, in den dürftigen Räumen eines Hauses an der Engelburgergasse, verfolgt und angefeindet, ermattet und erkältet durch eine Reise von Ingolstadt her, wo er an der Universität als Erzieher eines jungen Adligen ein kärgliches Brot zu finden gehofft hatte. Und sechsundneunzig Jahre später schloß Johannes Kepler, der Erforscher des Sternenhimmels, fern seiner schwäbischen Heimat, fern seiner Familie, vollständig erschöpft durch die Anstrengungen einer weiten Reise von dem schlesischen Städtchen Sagan bis zum Sitz des Reichstags, mitten im Kampf um seine Existenz und um sein gutes Recht, sein Seherauge zum ewigen Schlaf.

Kepler weilte damals nicht zum erstenmal in Regensburg; schon seit längerer Zeit verbanden ihn mit der Reichsstadt Regensburg mannigfaltige enge Beziehungen. Bereits als er während der Jahre 1600—1612 als kaiserlicher Hofmathematikus am Hofe des deutschen Kaisers Rudolf II. zu Prag weilte, lernte er häufig Abgesandte der Reichsstadt Regensburg kennen, wenn diese in Geschäften am Kaiserhof erschienen. Zudem hatten sich viele seiner aus Steiermark und Oberösterreich ausgewiesenen Freunde und Bekannten in Regensburg niedergelassen, unter ihnen besonders der berühmte Naturforscher und Arzt Dr. Johann Oberndorffer.

Nachweisbar kam Kepler erstmals für längere Zeit im Jahre 1613 nach Regensburg und zwar mit dem Hofstaat des Kaisers Matthias als Sachverständiger für die auf dem Reichstag zu verhandelnde Kalenderreform.

Kepler arbeitete in dieser Sache zwei Abhandlungen in deutscher Sprache aus, die eine in der Form eines Dialogs zwischen Katholiken und Lutheranern, die andere anscheinend als wissenschaftliches Material für den Kaiser gegenüber den opponierenden protestantischen Kurfürsten bestimmt („Was die Römische Kayserliche Majestät an die drey Churfürsten Augspurgischer Confession, belangend das Calenderwesen, fruchtbarlich gelangen lassen möchten“) (s. S. 75). Beide Abhandlungen waren bei Keplers Tod noch ungedruckt und fanden sich in seinem handschriftlichen Nachlaß. Der Dialog wurde 1726 in lateinischer Sprache mit einer von Kepler selbst — nicht vor 1613 — verfaßten Vorrede durch Mich. Gottlieb Hanisch (Hanschius) unter dem Titel *Joannis Keppleri Mathematici Caesarei Liber singularis de Calendario Gregoriano* herausgegeben. Ein Exemplar dieser Ausgabe ist in der Regensburger Kreisbibliothek unter Katalog-Nr. 3032 vorhanden; es weist weder Druckort noch Erscheinungsjahr auf, auch fehlt der eben angegebene ausführliche Titel; derselbe ist nur auf der ersten Seite des Textes abgekürzt wiedergegeben als *Joannis Keppleri de*

Calendario Gregoriano Dialogus, vermutlich ist das ursprüngliche Titelblatt, auf dem der ausführliche Titel, ferner Druckort (Frankfurt und Leipzig) und Erscheinungsjahr (1726) angegeben waren, zu Verlust gegangen.

Am 30. April 1620 widmete Kepler dem Rate der Stadt Regensburg für die Stadtbibliothek ein Exemplar seines Werkes *Harmonice mundi* mit einem Begleitschreiben, welches, zwar nicht von Kepler selbst geschrieben, aber von ihm eigenhändig unterzeichnet und auf der Außenseite mit Keplers Siegel versehen, heute noch in der Regensburger Kreisbibliothek verwahrt wird (s. S. 77, 101).

Ein Konzept zu diesem Schreiben wird von Reitlinger, Neumann, Gruner, Johannes Kepler (Stuttgart 1868), im Wortlaut abgedruckt. Die in diesem Werk geäußerte, wohl unzutreffende Anschauung, daß das Konzept an den Rat der Stadt Nürnberg gerichtet sei, dürfte auf einer von Keplers Hand herrührenden, aber wieder ausgestrichenen Einschaltung des Konzeptes beruhen, in der von der Abstammung der Familie Kepler aus Nürnberg die Rede ist. Kepler scheint ein mit dem Wortlaute des Regensburger Schreibens vollständig gleichlautendes Schreiben an die Stadt Nürnberg zu schicken beabsichtigt, es aber aus irgendwelchen Gründen unterlassen zu haben. In der Stadtbibliothek Nürnberg ist zwar ein Exemplar der *Harmonice mundi* vorhanden (Math. 413, 2^o), doch ist von einem Schreiben Keplers dort nichts bekannt. Das bei Reitlinger ufw. abgedruckte Konzept lag dem Mitherausgeber Neumann noch vor, ist aber heute in der Wiener Nationalbibliothek nach Mitteilung der Direktion nicht mehr nachweisbar; die von Neumann angegebene Signatur *Manuscr. Tom. II 157* entspricht keiner in der Wiener Nationalbibliothek üblichen Signatur; doch erwähnt auch Fridl in seinen *Kepleri Opera omnia* Bd. 8 S. 877 das Konzept als in der Wiener Bibliothek befindlich.

Das in der Kreisbibliothek Regensburg gegenwärtig vorhandene Exemplar der *Harmonice mundi* (Katalog-Nr. 3308), in Leder gebunden und außen mit dem in Gold geprägten Regensburger Schlüsselwappen geschmückt, ist sicher mit dem dem Rate der Stadt Regensburg gewidmeten Dedikationsexemplar Keplers identisch. Ein Widmungsvermerk Keplers findet sich zwar in dem Buche nicht, dagegen ist auf einem der ersten Blätter eingetragen: „Den 18 Januarij Anno 1621: feindt von einem Er. Cammerer vnnd Rath dem Authori diß Buechs Sechs goldgulden Jeder Zu 2½ fl = 15 fl verehrt, vnnd durch Georg Lubstreckhen Canzley verwanden überantwortt vnd zugestelt worden.“ Und in Übereinstimmung hiermit steht auf dem erwähnten Begleitschreiben Keplers der von der Kanzlei der Reichsstadt herrührende Vermerk: „Den 22 July 6 goldgulden verehrung bewilligt“. Da Kepler die *Harmonice mundi* für das Hauptwerk seines Lebens hielt, legte er Wert darauf, ein Exemplar in den Beständen der angelegenen Bücherei der Reichsstadt Regensburg verwahrt zu wissen.

Auch andere in der Regensburger Kreisbibliothek vorhandene Originalausgaben von Werken Keplers vermitteln uns fesselnde persönliche Erinnerungen an den berühmten Autor. Besonders sind hier zu nennen zwei Exemplare der heute schon sehr selten gewordenen *Tabulae Rudolphinae* (Ulm 1627, s. S. 80), beide mit dem bekannten, auf einem eigenhändigen

Entwurf Keplers beruhenden und von dem Nürnberger Kupferstecher Georg Cöler gestochenen Titelkupfer, das Haus der Astronomie darstellend. Das eine der beiden Exemplare (Kat.-Nr. 3295) weist keine handschriftlichen Einträge auf, dagegen trägt das andere (Katalog-Nr. 3309), in weißes Pergament gebunden und außen mit dem Wappen der Stadt Regensburg versehen, auf der Innenseite eine eigenhändige Widmung vom 9. August 1634 von Keplers Sohn Ludwig mit schön gemaltem farbigen Wappen der Familie Kepler. Dr. Ludwig Kepler widmet dieses Exemplar der Stadt Regensburg „tamquam ultimum Parentis sui monumentum pro custodia funeris Paterni et pro ultimo honore ei exhibitio“. Diese Worte erscheinen etwas überflüssig, wenn man bedenkt, daß die Leichenkoffen und sonstigen Auslagen für Kepler sein Hausherr Hillebrand Bylli vorläufig bestritten hatte und daß dieser, als er sich wegen des Rückerlatzes an den Rat der Stadt wandte, von demselben an den Gevatter Keplers Balthasar Gurald verwiesen wurde (Ratsprotokoll vom 16. Dezember 1630, abgedruckt im „Göttingischen Magazin“, 2. Jahrgang 4. Stück, 1781. Die Originale der Ratsprotokolle der Reichsstadt Regensburg aus dieser Zeit sind nicht mehr vorhanden) (s. S. 86; 89).

Vorhanden ist ferner in der Regensburger Kreisbibliothek ein Exemplar von Keplers für die Entwicklung der astronomischen Optik sehr wichtigem Werk *Astronomiae pars optica*, Frankfurt 1604 (Katalog-Nr. 1737). In diesem Exemplar findet sich eine bisher als von Kepler selbst herrührend bezeichnete handschriftliche Widmung ohne Datum an den Freiherrn von Herberstein („*Illustri et Generoso Domino D. Sigismundo Friderico L. B. ab Herberstein, Domino in Lancowitz è Crembs, et Guettenhaag, Haereditario Carinthiae Camerario et Dapifero. S. Caes. Mts, nec non et Serenissimorum archiducum Ferdinandi et Maximiliani Consiliario, Summo Styriae Capiteo: Domino meo clementi Gratitude, subjectiois, obsequij causa ddt author*“). Endlich ist noch eine Ausgabe von Keplers Ephemeriden (Kat.-Nr. 694) vorhanden, welche nach einer auf dem Titelblatt angebrachten handschriftlichen Bemerkung des Regensburger Superintendenten Christoph Sigmund Donauer demselben von den Hinterbliebenen Keplers als Erinnerungsgabe für die von ihm abgehaltene Begräbnisfeierlichkeit und die Leichenrede verehrt wurde. Diese Ausgabe enthält die Ephemeriden vollständig vom Jahre 1617 bis zum Jahre 1636 und ist in dieser Vollständigkeit sehr selten, weil die Drucklegung der Ephemeriden in drei Teilabschnitten erfolgte; sie begann zu Linz 1616 und wurde erst 1630 zu Sagan vollendet. Das Buch scheint bald aus dem Besitz der Familie Donauer an die Bibliothek der Reichsstadt Regensburg gekommen zu sein, da es außen auf dem Pergamenteinband das in Gold geprägte Wappen der Reichsstadt aufweist, wie es bei den zur reichsstädtischen Bücherei gehörigen Werken eingeführt war.

Im Jahre 1627 schrieb Kepler „*In R. P. Terrentii Epistolam Commentatiuncula*“, eines seiner letzten Werke. Am Schluß dieses Schriftchens, in dem er Mitteilungen eines fachmännisch gebildeten Missionärs über altchinesische Sternkunde mit Bemerkungen verieht, steht der Vermerk: *Perscriptum Ratisponae Mense Decembri Anno MDCXXXVII* (s. S. 81). Es ist also im Dezember 1627 zu Regensburg niedergeschrieben worden, erschien aber erst im Jahre 1630, dem Todesjahr Keplers, zu

Sagan in Schlesien, wo Kepler seit 1628 im Dienste Albrechts von Wallenstein, des Herzogs von Friedland, stand. Vor seiner Abreise von Regensburg nach Sagan ließ er, um sich nicht mit allzuviel Gepäck zu belasten, einen großen Teil seiner Bibliothek, seiner Instrumente und seines Hausrats in Regensburg zur Aufbewahrung zurück. Aus dem hierüber von ihm aufgestellten, für die Beurteilung von Keplers damaligen Lebensverhältnissen wichtigen Inventarverzeichnis (s. S. 82, 103), das noch in der Regensburger Kreisbibliothek aufbewahrt wird, geht hervor, daß Kepler mit Hab und Gut wohl verfehen war. Dieses „Verzeichnuß Wölcher Gestalt Ich Johan Kepler meine vnd der meinigen zugehörige Vahrnuß in anno 1628 den 8./18. Juny zu Regensburg bey gutten Freunden Behaltsweis hinterlassen“ ist für Regensburg von besonderem Seltenheitswert, da der größte Teil des handschriftlichen Nachlasses Keplers nach wechselvollen Schicksalen im Jahre 1774 von der Kaiserin Katharina II. von Rußland für die Petersburger Akademie erworben und dadurch dem drohenden Untergang, leider aber auch der deutschen Wissenschaft entrissen wurde.¹ Auch in der Wiener Nationalbibliothek befindet sich ein Teil von Keplers Handschriften, namentlich auch (im Cod. Vindob. 9737 d Blatt 30 a) sein eigenhändiger, in Tuschzeichnung ausgeführter Entwurf für das Titelblatt zu seinen *Tabulae Rudolphinae*, welches deshalb für Regensburg besonders bemerkenswert ist, weil es wohl für die Gestaltung des hiesigen Keplerdenkmals als Vorbild gedient hat (Vgl. meinen Aufsatz über das Keplerdenkmal in der „Oberpfalz“, Jahrgang 1930, Heft 10).

Am 7./17. November 1630 grub der Totengräber des evangelischen Kirchhofs St. Peter in Regensburg ein, was an Johannes Kepler sterblich war.

Die Eintragung im Totenbuch (Begräbnisbuch) der evangelischen Pfarrei unterer Stadt ist hier nach dem Original wiedergegeben. Die Zahl 60 ist von viel späterer Hand eingefügt und ist falsch; Kepler war bei seinem Tode noch nicht 59 Jahre alt. Aus der dürftigen Eintragung im Totenbuch darf geschlossen werden, daß man entweder die überragende wissenschaftliche Bedeutung des großen Toten damals in Regensburg noch nicht erfaßt hatte oder daß man sie absichtlich im Kirchenbuch mit Stillschweigen übergehen wollte, weil Kepler, obwohl tiefgläubiger Christ, der lutherischen Kirchengemeinschaft seit 1612 nicht mehr angehörte. (Tafel VII.)

Über die letzten Lebensumstände, die Krankheit und das Begräbnis Keplers ist uns ein wertvoller, allerdings nicht in allen Einzelheiten zuverlässiger Bericht überliefert in einem im Staatsarchiv Stuttgart (Repert.

¹ Die Staatsbibliothek in München besitzt aus dem Nachlaß des bayerischen Staatskanzlers Herwart von Hohenburg (1553—1622) zwei Sammelbände von Manuskripten (Cod. lat. 1607 und 1608), welche unter anderen Schriftstücken die Briefe enthalten, die Kepler an den genannten Staatsmann, seinen gelehrten Gönner, geschrieben hat. Auch in der Universitätsbibliothek München finden sich in einem aus der ehemaligen Universitätsbibliothek Ingolstadt stammenden Sammelband (Cod. msc. 693) vier eigenhändige, ziemlich umfangreiche, bisher nicht veröffentlichte Briefe Keplers in lateinischer Sprache aus den Jahren 1599 und 1600 an Herwart von Hohenburg miteingebunden, die einmal durch irgend einen Zufall von der Hauptmasse der übrigen Briefe getrennt worden sein mögen.

Weilderstadt S. 15 B. 13) aufbewahrten lateinischen Brief, den S. Lanfius auf Grund von Mitteilungen des Regensburger Magisters Jakob Fischer am 24. Januar 1631 von Regensburg aus nach Tübingen geschrieben hat (s. S. 83). Der Brief ist abgedruckt in Frischs *Kepleri opera omnia* Bd. 8 S. 921. Er besteht aus vier Seiten in Aktenformat, von welchen nur die beiden ersten Seiten beschrieben sind; er ist deutlich geschrieben und gut erhalten. Auf meine Anfrage über die Persönlichkeiten des Abenders und des Empfängers hat mir die württembergische Archiv-Direktion freundlicher Weise folgende Antwort erteilt: „Als Verfasser des Briefes über Keplers Tod kommt der Tübinger Rechtslehrer Thomas Lanfius, wie die Schriftverglei chung mit einem in der Landesbibliothek (Cod. Hist. fol. 653) vorhandenen Brief des Thomas Lanfius zeigt, nicht in Frage. Der Verfasser ist wohl der bei Frisch *Kepleri opera omnia* Bd. 8 S. 878 in der Anmerkung genannte Stephanus Lanfius, Aniso-Auftrius, dem Kepler von Tübingen aus 1621 schrieb. Der Brief ist wohl an eine Person des bei Frisch *Kepleri opera omnia* oft genannten, Kepler sehr nahe stehenden Tübinger Kreises gerichtet. Vielleicht ist diese Person J. M. Raufcher, Universitätsprofessor in Tübingen (1592—1655).

Der Brief des Lanfius befand sich ursprünglich unter den Kollektaneen von Joh. Ulrich Pregizer, Jurist und Historiker in Tübingen, dann Ober rat und Oberarchivarius in Stuttgart (1647—1708; mehr über ihn s. Allg. Deutsche Biographie Bd. 26 S. 545—548), von dem das Staatsarchiv zahlreiche Bände und Büschel seines schriftlichen Nachlasses besitzt. Später wurde der Brief zu den Kepler und seine Mutter betreffenden Akten in der Abteilung Weilderstadt gelegt.“

Die von mehreren Kepler-Biographen, so von Siegmund Günther, Kepler (Berlin 1896 S. 33) — wohl auf Grund der diesbezüglichen Angabe im Briefe des S. Lanfius (S. 84) vom 24. Januar 1631 — mit besonderem Nachdruck hervorgehobene Tatsache, daß Kepler als Protestant seine Ruhestätte nicht innerhalb der Ringmauern finden durfte, sondern außerhalb der Stadt begraben werden mußte, ist richtig, aber in dieser scharfen Betonung irreführend, vielmehr durchaus der Regensburger Begräbnisordnung jener Zeit entsprechend. In der Reichsstadt Regensburg war schon seit dem Jahre 1542 offiziell die Reformation eingeführt und seit diesem Zeitpunkt gehörte die Bürgerschaft überwiegend, später sogar ganz dem protestantischen Bekenntnis an. Für die Anhänger der neuen Lehre wurden zwei Begräbnisplätze geschaffen, und zwar der St. Petersfriedhof vor dem Peterstor für die Bewohner der unteren Stadt und der St. Lazarusfriedhof vor dem Jakobstor für die obere Stadt. Man hätte allenfalls erwarten können, daß Kepler im Friedhof der oberen Stadt beerdigt worden wäre, da er auch in deren Bezirk — wenn auch nahe an der Grenze gegen die untere Stadt — gestorben ist; doch waren damals bestimmte Vorschriften über die Zuständigkeitsbereiche der zwei Friedhöfe nicht vorhanden und die Auswahl zwischen den zwei Friedhöfen war in das Belieben der Gläubigen gestellt. Eine Beer digung innerhalb der Stadt auf der kleinen Begräbnisstätte hinter der erst 1631 eingeweihten protestantischen Dreieinigkeitskirche konnte naturgemäß zur Zeit des Todes Keplers noch nicht in Betracht kommen und wurde überhaupt nur ganz ausnahmsweise und meist nur für vornehme, in Regensburg verstor-

bene Reichstagsgefandte auswärtiger Mächte gewährt. Nur für die Katholiken bestanden seit ältester Zeit (in Verbindung mit den Hauptkirchen) allgemeine Begräbnisplätze innerhalb der Stadt (siehe S. 86).

Der Nachlaß Keplers wurde gemäß dem Zivilrecht der Reichsstadt Regensburg am 13. Dezember 1630 im Sterbehaus durch zwei „Inventierer“ unter Zuziehung eines „Inventierknechts“ ordnungsgemäß inventarisiert und obfigniert. Das mehrere Bogen in Kanzleiformat umfassende „Inventarium Weylandt deß Edlen, Ehrnvesten vnd Hochgelehrten Hrn. Johann Käplers, Röm: Kay: May: auch Ihr Fürftl: Gnaden von Friedtlandt wolbestelten Mathematici“ hat sich auf der Regensburger Kreisbibliothek erhalten (s. S. 86, 104).

Aus dem Nachlaßverzeichnis geht vor allem hervor, daß Kepler — entgegen der landläufigen Ansicht — keineswegs in Not gestorben ist, sondern daß er, obwohl sein Aufenthalt in Regensburg naturgemäß nur für kurze Zeit gedacht war, hier doch eine ganz ansehnliche Habe hinterlassen hat. Von den Wertfachen des Nachlasses mögen hier als besonderes Interesse bietend genannt sein „1 gulden gnaden Pfening mit Herzogs von Friedlands bildnus“² mit 4 Diamanten, ferner „1 rundt gulden gnaden Pfening mit deß Pifchoffs von Augspurg Wappen“ und „deß verstorbnen Hrn fecl. sielbern Pefchier Ring“. An „Klaidern“ fanden sich u. a. „1 schwarz wullen Mantel, 1 schwarz wullen Leibbrockh mit rauhem fuetter“³, 1 schwarz wullen Wames, 1 wullene Hauben mit rauhem fuetter³, 1 Filzhuett, 1 Fehleiß, 1 Pufazn⁴. Auch zahlreiche noch nicht abgefezte Exemplare eigener Werke Keplers, zu Dedikations- und wohl noch mehr zu Verkaufszwecken bestimmt, fanden sich im Nachlaß. Kepler teilte nämlich das Los vieler Autoren, keinen Verleger zu finden, und mußte sich daher um den Vertrieb seiner Werke selbst annehmen („weil ich meine Bücher selber verlegen muß, wöllches einen großen Vnkosten erfordert“, klagt er selbst einmal). Der Verkaufspreis für die Tabulae Rudolphinae war auf 3 Gulden festgesetzt.

Von den im Inventar aufgeführten „Gegenschulden“ (Aktiva) und Schuldverfchreibungen werden allerdings die meisten wohl nur auf dem Papier gefanden haben. Aufgeführt werden u. a.:

„Ein Anweifungs Copia von Ihr Röm: Kay: May: an Herzog von Friedlandt, sub dato d. 10. May A. 628.... 11817 fl.“ Dies ist die von den kaiserlichen Kassen geschuldete, aber an Wallenstein überwiefene rückständige Gehaltsforde-

² Diese Schaumünze fand sich auch noch bei der Inventarisierung des Nachlasses von Keplers Witwe Sufanna im Februar 1637 vor. Der im Nachlaß Keplers vorgefundene „falsche Zickhin“, den Frisch Bd. 8 S. 925 nicht erklären kann, war eine falsche Zecchine (italienische Münze).

³ D. h. mit Pelz gefüttert.

⁴ Pufaze wurde bisher immer falsch als „Pufage“ gelesen. Das Wort ist in folgenden Verbindungen nachweisbar: Felleifen und Pofatzen, Truhen und Pofatzen, große Säck und Busfatzen; also bedeutet Pufaz(en) ungefähr soviel wie eine besondere Art Sack, vielleicht Reifesack. (Nach gefälligen Mitteilungen meines Freundes, des Herrn Oberstudienrates Dr. Schnetz in München).

rung Keplers, zu deren Beitreibung Kepler nach Regensburg gereist war. Die aus dem Nachlaß Keplers stammende Anweisung selbst oder eine gleichlautende andere Ausfertigung derselben hat Frisch noch in der Wiener Nationalbibliothek aufgefunden (Frisch, a. a. O. Bd. 8 S. 911).

„1 quittung p 100 fl in Abschlag wegen bey Herzog von Friedlandt habender jehrlicher vnterhaltung.“ Aus dieser noch in Keplers Hand befindlichen, also nicht eingelösten Quittung darf wohl geschlossen werden, daß Wallenstein fogar mit der Auszahlung der fälligen Unterhaltsbezüge an Kepler im Rückstand war.

Ferner fanden sich im Nachlaß auch uneingelöste Quittungen über die seit zwei Jahren rückständigen Zinsen von Kapitalien zu 2000 fl und 1500 fl, welche Kepler gegen 6% ige Verzinsung bei der Landschaftskasse in Linz stehen hatte. Vermutlich hätte Kepler diese Linzer Forderungen nach Erledigung seiner Regensburger Geschäfte eintreiben wollen, da er in seinem letzten uns bekannten Brief vom 11./21. Oktober 1630 aus Leipzig an seinen Freund Bernegger schreibt, daß er von Regensburg aus nach Linz reisen werde. Die ferner unter den „Gegenschulden“ noch aufgeführten Kaiserlichen Schuldverschreibungen, nämlich „Vom Kayf. Rudolpho 2, hochlöblichster gedechtnus, gnadenbrieff, geben Prag d. 29ten Aprilis, A. 1610“, lautend auf 2000 Reichstaler, und „Ein Anweisungsbrieff von Ihr Röm: Kayf: May: Ferdinando 2do an die Statt Nürnberg p. 4000 fl, an Ulm 2000 fl sub dato d. 5. Aprilis, A. 628“ waren wohl infolge der geringen Zahlungsfähigkeit dieser Städte und durch die zusammenfassende Übertragung der sämtlichen rückständigen Forderungen Keplers auf die Besitzungen des Herzogs von Friedland gegenstandslos geworden.

Hier sei angefügt, was bisher kaum beachtet worden ist, daß auch Keplers zweite Gattin Susanna in Regensburg gestorben und begraben ist. Kepler und seine Familie, an süddeutsches Leben gewöhnt, war in Sagan nicht heimisch geworden. In einem Briefe vom 12./22. Juli 1629 aus Görlitz an seinen Freund Bernegger sagt er einmal, wohl in klassischer Reminiszenz an die Klage des nach dem fernen Tomi verbannten Ovidius (Tristien 5, 10, 37): „Hospes, peregrinus, pene ignotus et tantum non surdus sum ad idioma vicissimque barbarus habeor“. Nicht einmal die freudig begrüßte Vermählung seiner Tochter Susanna mit Dr. Jakob Bartisch am 2. März 1630 hatte in Sagan, sondern in Abwesenheit der Eltern der Braut in Straßburg stattgefunden. Und so siedelte Frau Susanna Kepler, die als Österreicherin in Sagan wohl besonders ungewohnte Lebensverhältnisse getroffen haben wird, nach dem Tode ihres Gatten wieder nach Regensburg über, wo ihr Gatte so gern gelebt hatte und wo sie noch aus dieser Zeit teilnehmende Freunde besaß. Bald darauf starb sie (s. S. 89). Die auf ihr Begräbnis bezügliche Eintragung im Totenbuch der evangelischen Pfarrei ist hier (Tafel IX) wiedergegeben. Auch das amtliche Verzeichnis über den Nachlaß von Frau Susanna Kepler ist in Regensburg auf der Kreisbibliothek vorhanden. Es ist — vielleicht der Kriegsverhältnisse wegen — erst im Februar 1637, also ein halbes Jahr nach dem Todesfall angefertigt worden (s. S. 89, 108).

Eine eigenhändige Unterschrift von ihr findet sich auf einem bei den Verhandlungen über Keplers Nachlaß erwachsenen Aktenstück vom 21./31. Oktober 1631: „ich Sußana Keplerin wittib beken wie ob steht“. Das Schriftstück, das in der Regensburger Kreisbibliothek verwahrt wird, ist auch von Dr. Barßch, dem Schwiegersohn Keplers, unterschrieben (s. S. 88).

Die Stadt Regensburg hat ihre Dankeschuld an den Geistesgewaltigen, von dem wir Regensburger mit Freude und Stolz sagen dürfen, daß er auch der unsere war, in würdiger Weise abgetragen, indem sie ihm unter der Herrschaft des Fürstprimas Karl von Dalberg ein Denkmal errichtet hat, das uns in seiner edlen, den Wandlungen des Alltags entrückten klassischen Formensprache recht eigentlich das edle Menschentum des großen Toten vor Augen stellen mag. Auch hat die dankbare Stadt Regensburg im Jahre 1865 zu seinem dauernden Gedächtnis die Straße, in der sein Sterbehaus liegt, nach ihm benannt. Das erhabenste Denkmal aber hat sich Johannes Kepler selbst in Geist und Gemüt aller Gebildeten errichtet. Seinem verehrungswürdigen Vorbild nachzueifern wollen wir uns strebend bemühen, eingedenk der schönen Worte, die einst Dr. Karl Zettel im Dezember 1871 im Historischen Verein zu Regensburg zur Feier des 300. Geburtstages des großen Forschers sprach:

Es mag uns dies sein Bild aufs neue mahnen,
Daß auf des Geistes reich verschlungenen Bahnen
Wir ringen, schaffen, kämpfen, streben;
Denn nur der Kampf ist wahres Leben!

III. DIE WICHTIGSTEN DOKUMENTE

NEU HERAUSGEGEBEN

VON KONSERVATOR Dr. WALTER BOLL, REGENSBURG.

Ein günstiger Stern hat über den wenigen, aber überaus bedeutamen Schriftstücken gewaltet, die Johann Keplers Aufenthalt in Regensburg und seine Beziehungen zur Reichsstadt betreffen. Während mit der Auflösung der reichsstädtischen Herrschaft zu Beginn des 19. Jahrhunderts sehr große und wichtige Teile der Regensburger Archivbestände in Verlust geraten sind, scheinen sich erfreulicherweise, soweit aus der Lebensgeschichte des berühmten Astronomen Rückschlüsse möglich sind, die wesentlichsten auf ihn bezüglichen schriftlichen Nachrichten in Regensburg erhalten zu haben. Die heute in einem besonderen Faszikel vereinigten und bei der Kreisbibliothek Regensburg (Rat. civ. 571) verwahrten Akten enthalten: das Begleitschreiben für das der Stadt überreichte Werk „*Harmonice Mundi*“ vom 30. April 1620; das völlig eigenhändig geschriebene Verzeichnis der „*Vahrnuß*“, die Kepler bei seiner Übersiedlung nach Sagan in Regensburg zurückließ, vom 18. Juni 1628; sodann das am 13. Dezember 1630 aufgenommene Inventar von Keplers Nachlaß und das Inventar des Nachlasses der Frau Susanna Kepler vom 27. Februar 1637. Vorhanden sind außerdem eine Schadlosverschreibung, ausgestellt von den Erben Keplers in Regensburg am 31. Oktober 1631, unterzeichnet und gesiegelt von der Witwe Susanna Kepler und dem Schwiegerohn Dr. Jacob Bartisch in Straßburg. Eine ähnliche Schadlosverschreibung wurde nach dem Tode der Witwe Keplers von dem einzigen Sohne Dr. Ludwig Kepler in Regensburg am 23. August 1638 ausgestellt und gesiegelt. Weiter sind erhalten verschiedene diesbezügliche Abschriften aus den Ratsprotokollen, eine Kopie der für die Erben Keplers ausgestellten kaiserlichen Obligation vom 27. April 1633 auf 12694 fl. rückständigen Gehalt und ein umfangreicher Schriftwechsel wegen Aushändigung dieser Obligation an die in Königsberg anässigen Nachkommen Keplers aus den Jahren 1712 und 1717.

Da der Abdruck der vier erstgenannten, für Keplers Lebensgeschichte besonders wichtigen Schriftstücke bisher teils nur auszugsweise und mit irreführenden Lesefehlern, teils aber in wenig zugänglichen älteren Werken vorliegt,¹ darf eine sorgfältige, dem Wortlaut entsprechende Veröffentlichung als berechtigt und notwendig angesprochen werden.

I. Brief Keplers an Kämmerer, Bürgermeister und Rat der Stadt Regensburg, d. d. Linz 30. April 1620, betr. Widmung des Werks „*Harmonice Mundi*“ für die Regensburger Ratsbibliothek.²

3 Seiten Text mit eigenhändiger Unterschrift; auf der Rückseite Adresse mit Keplers Siegel sowie Vermerk der Regensburger Kanzlei.

¹ Vgl. Götting. Magazin der Wissenschaften u. Literatur, 1781; Breitshwert, a. a. O. S. 225; Reitlinger—Neumann—Gruner, a. a. O. S. 191 f. (Konzept); Frisch, a. a. O. Bd. VIII. S. 927 ff.; Denkschrift des Histor. Vereins von Oberpfalz und Regensburg, 1842.

² Über das im Original in Regensburg erhaltene Buch s. Text Seite 77, 94; ebendort über das Konzept zu diesem Schreiben.

„Edle, Veste, Hochgeachtete, Ehrnveste, Fürsichte vnd Hochweise Großgünstige Herren, E. V. W. vnd Günsten seind meine arme dienst iederzeit Bevor.

Demnach ich von dieser Zeit hero, als E. V. W. vnd Günsten mittels etliche nach Praag an den Key: Hoff abgeordnete oder Ionsten Bey denen Bediente mich alda wie auch hernacher Anno 1614 auff dem Reichstag khennen gelernet, vnd mir zue mehrmahlen Großgünstig zuegespröchen, in meiner Astronomischen professiön, Datzue ich von Beyden Jüngst abgeleitben Keyfern Bestellet ward, die sachen vmb ein guetes weiter gebracht, dann vnfern vorfahrern Bekhand gewest, in massen aus meinem Neuligst in Truckh verfertigten werckh Harmonice Mundi gnuetgamer augenschein fürhänden: Dahero zu hoffen, das solches ein werckh feyn werde, das auff die nachkhommen gebracht vnd perpetuirt werden solle: In mittels aber vnd anietzo aus Gottes verhengnus schwere Khriegsläuffte eingefallen, vnd noch mehrere für der thür, durch welche nicht allein alle gewerbe gehindert, vnd das Bücher khauffen Bey manchem privato eingestellet wird, sondern auch die authores, scribenten, vnd dero gantze werckhe: vnangesehen sie in Truckh gebracht, in gefahr stehen, sonderlich wann es dergleichen Materien seind, die sonsten nit iedermans verstand oder erlustigung Bequemlich: alß habe ich vmb der Ehre Gottes willen, die durchentdekhung seiner werkh in meinem Buech gefürdert wird, für guet geachtet, von demselben werkh ein exemplar auff schreibpapier Bey E. V. W. vnd Günsten, als in einer ansehlichen vhralten des H. Römischen Reichs Statt Bibliotec vnter zue Bringen vnd gleichsam zue deponirn. Diß vmb so viel desto mehr, weil es am tag, das E. V. W vnd Günsten sich vmb guete khünsten hochrümlich annehmen, mit hochgelehrten leuthen sich verfehen, vnd sonderlich dieser zeit solche haben, die da zue ablefung vnd vrtheylung dieses werckhs neben andern sehr wenigen nit übel qualificirt seind.

Gelangt hierauff an E. V. W. vnd Günsten mein vnterdenftlich bitten, die wollen diß mein wolgemeint fürhaben mit hohen Günsten erkennen, vnd dem hiermit vnterdenftlich praesentierten Exemplar eine stell in dero Bibliotec vergünnen, auch dero gelehrten anbefehlen, das sie über verbesserung vnd erweiterung der so ansehlichen Materien mier Ihre guetachten erthailen wöllen. Daß gereicht zur Ehre Gottes des schöpffers, zue mehrern dessen erkhentnus aus dem Buch der natur, zue Besserung des menschlichen lebens, zue vermehrung sehnlicher Begierd der Harmonien im gemeinen wesen, Bey ietziger schmerzlich übel khlingenten dissonanz, vnd Entlich auch zue E. V. W. vnd Günsten gebühlichem ruehm, zue dessen erweiterung ich mich iederzeit danckhbarlich geflissen zue feyn schuldig erkenne. Hiermit E. V. W. vnd Günsten zue dem vnüberwindlichen schutz des Allmechtigen Herrens der Heerschaaren, vnd denselben nebens mich zue Hohen Günsten vnterdenftlich einbefehlend. Datum Linz den 30. Aprilis. Anno. 1620.

E. V. W. vnd Günsten vnterdenftlich geflissener, weiland Bayder Röm: Kay: Mten: Rudolphi vnd Matthiae, vnd ietzo noch dero Löblichen Landtschafft in Ossterreich ob der Enß Mathematicus.

Johan Kepler“

[Adresse:]

„Denen Edlen Vesten Hochgeachten, auch Ehrnvesten Fürsichtigen vnd wolweisen, Herrn Statt Cammerern Burgermaistern vnd Rath Des H. Römischen Reichs Statt Regensburg: Meinen Großgunftigen Herrn.“

[Kanzleivermerk:]

„Präsent. den 19 May 1620.
den 22 July 6 goldgulden vehrung³ bewilligt.“

II. Verzeichnis der bei der Übersiedlung Keplers nach Sagan in Regensburg zurückgelassenen „Vahrnuß“, d. d. Regensburg 18. Juni 1628 (s. S. 82, 96).

2 Seiten Text, eigenhändig von Kepler geschrieben; am Rand links jeweils Einträge der Kanzlei; ein weiterer Kanzleivermerk auf der vierten Seite.

„V e r z a i c h n u ß

Wölcher Gestalt Ich Johan Keppler meine vnd den meinigen zugehörige Vahrnuß in anno 1628 den 8./18. Juny zu Regensburg bey gutten freunden Behaltsweis hinterlassen.

Ertlichen bey Herrn Balthasar Guralten, meinem Herrn Gevattern, damahls wonhafft im Wünckhlerischen Haus in der Wallerstraffen.

Einen einglegten casten mit auffgesetztem Schreibtisch drinnen 30 schubladen vnd ein Einsez Cästlin mit zwaiien Schlossen

Ein schwarzes wagen trüchlin, mit seinem Schloß versehen, Darinnen Silbergeschmeid, Mir, vnd thails meinen zwaiien in erster Ehe erzeugten Kindern Susanna vnd Ludwigen gehörig, sampt derselben Schazgeltlin in einem gemahlten Cästlin, Item Silbern gürtl, Ringe, Gnadenpfenninge, Meines weibs hochzeitbecher, Perlencranz, dero vnd Iren mit mir erzeugten vieren Kindern Sebold, Cordula Fridmair Hildeberten gehöriges Schaz vnd Götlgelt in dreyen verporgnen Schublädlen, alles zusammen geschätzt vngefährlich auff sibn Hundert gulden. An dreyen Schuldbrievien viertausent fünffhundert gulden.

[Späterer Kanzleivermerk: „1628. 10 Junj hat sich erklet, das deme also sej, was aber darinnen sei kenne er nit eigentlich wissen.“]

Also bey der Frauen Fides H. D. Oberndorffers selig wittib, meiner Frawen Gevatterin, in dero hauß gegen dem Bischoffshoff über,

Ertlich Ein einglegten nidern Casten mit zwaiien schlossen verwahrt, sampt einer alten gelben Truchen, auch mit Irem Schloß versehen, darinnen meiner Tochter Jungfrauen Susanna Kepplerin zugehörige Leibs klaidler vnd Leingewant, Seiden deckh Leinwat Stücklin vnd dergleichen. Weil ermelte meine Tochter an Jezo im

³ Verehrung.

Fürftl: Marggrävifchen Frauenzimmer zu Durlach in Dienften, Hatt fie völligen Gewalt mit difen zwaihen Stuckhen durch fich oder einen beglaubten Gewalttrager zu Handeln, die zu eröffnen, oder gar abzufordern.

Ferners bey ehrengemelter Frawen D. Oberndorfferin ein braitt grüne, ein fchwarze nidere, vnd ein fchmale lange Raiß Truchen mit Iren dreyen Schloffen, drinnen das, mir vnd meiner Hausfraw gehörige Leingewant, Deckhen, Fühenge, Leinwat, vnd etwas von Bette zugehörigen.

[Späterer Kanzleivermerk: „1628 Ad. 14 Junj erklet fich Fr: D: Oberndorfferin das fie bemelte ftuckh der zeit in handen hat, vnd von Hn. Kepler feindt eingeliffert worden.“]

Drittens bey Hans Hallern, Burgern vnd gewantschneidern, meinem gewesten Haußherren, wonhafft beim flaißchhaus, ein weitter grüner Caften von zwaihen Stuckhen auffeinander gefetzt, vnd mit zwaihen Schloffen verwahret, drinnen mein übrige Bibliothec. Darneben ein Steig mit Globis vnd Mathematifchen Instrumenten, vnd was dem zugehörig.

Ein fchwarze Truchen mit Irem Schloß versehen, drinnen mein Zin vnd Meßgefchier, Ein Vhr, vnd etliche eifene vnd meßene Instrumenten, vnd klaine Zugehörigen zu andern.

Hierinnen hab Ich auch beygelegt die Schlüssel zu den ailff vorerwehnten Schloffen, Den Schlüssel aber zu difer Truchen meiner würtin Hallerin hinterlassen.

Im felbigen Hauß ein offen aichen faß, mit allerhand meßenen, eifenen, weißblechenen, hülznen Kuchengefchier.

[Späterer Kanzleivermerk: „1628. 12 Junj erklet fich die Hallerin das bemelte ftuckh bey ihr weren.“]

Viertens bey der Frauen Catharina Frizingerin wittib zun Ofen, in dero Vorder Gewölb eingestelt ein Faß mit Betgewant, von 2 in 3 Centner fchwär

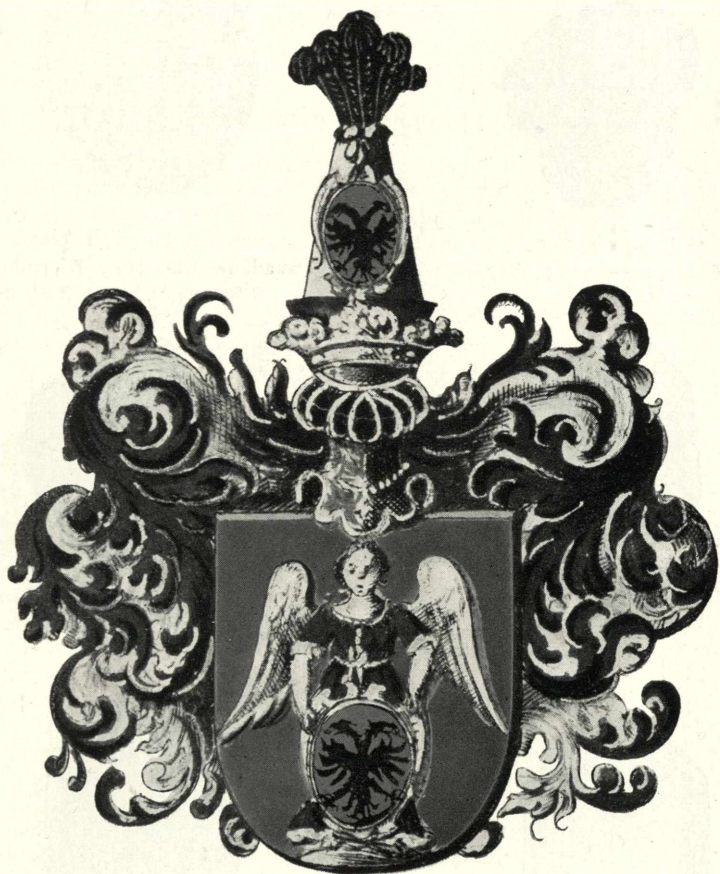
[Kanzleivermerk: „Ingleichen die Fr: Frizingerin.“]

Johan Kepler
Mathematicus Mppria“

[Notiz der Kanzlei auf der Rückseite: „1628. Hrn Johann Keplern Mathemat: betr. pfent. 9 Junj.“]

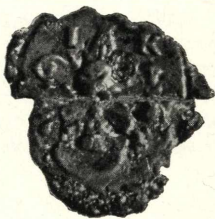
III. Inventar der Verlassenschaft Johann Keplers, d. d. Regensburg 13. Dezember (alten Kalenders) 1630 (s. S. 86, 98).

Titelblatt und 15 Seiten Text mit einigen Anmerkungen und einem späteren Zusatz auf besonderem Blatt.



Tafel X.

Gemaltes Wappen des Dr. Ludwig Kepler
aus dem unterm 9. August 1634 der Stadt Regensburg gewidmeten
Exemplar der Rudolphinischen Tafeln.



1. Johann Kepler
(Brief aus Linz, 30. 4. 1620)



2. Dr. Ludwig Kepler
(Schadlosverfchreibung, Regensburg,
23. 8. 1638)



3. Dr. Jacob Bartsch
(Schadlosverfchreibung, Regensburg, 21./31. 10. 1631)



4. Sufanna Keplerin

(Schadlosverfchreibung, Regensburg, 21./31. 10. 1631)



5. Lorenz Griefsmayr
(Schadlosverfchreibung, Regensburg, 21./31. 10. 1631)



6. Lorenz Perckhamer

(Schadlosverfchreibung, Regensburg, 21./31. 10. 1631)

Tafel XI.

Siegel von den in der Kreisbibliothek zu Regensburg aufbewahrten
Kepler-Urkunden.

(Die Siegel find vergrößert.)

„INVENTARIUM.

Weylandt deß Edlen, Ehrnvesten vnd Hochgelehrten, Hn. Johann Käplers, Röm: Kay: May: auch Ihr Fürft: Gden. von Friedlandt, wolbestelten Mathematici, feel: verlassenschafft.

SUB ANNO 1630.

INVENTARIUM.

Zu wiesfen sey menniglichen, das anheunt dato, den 13 Monatstag Decembris, A. 1630, weylandt des Edlen, Ehrnvesten vnd Hochgelehrten Herrn Johann Käplers, Röm: Kayf: May: auch Ihr Fürstlichen Gnaden von Friedlandt Wolverordneten Mathematici, in Hyllebrandts Bylli Handelsman behaufung, feel: ligendte verlassenschafft gemeiner Statt Regensburg ordnung, herkommen vnd gebrauch nach, in beysein Christophen Radauers, Christophen Schorffens beeder Inventierer, vnd Wolffen Schilttenbergers Inventierknechts inventiert, vnd beschriben worden.

P a a r f c h a f f t.

22 ganze Reichs Tahler. — Mehr 11 fl. wegen verkaufften Roß. So Hilleprandt Bylli, noch bey lebzeiten des verstorbnen feel: empfangen, vnd solches ins künfftig begehrt zuverrechnen.

1 gulden Pfening, wigt: $4\frac{1}{2}$ Ducaten.

Mehr 1 gulden Pfening, wigt 8 Ducaten.

2 Rosenobl⁴. — 1 Schieffnobl⁴.

55 einfache Ducaten

[Zufatz: „Davon den Inventierern, wegen verrichter obignāon, vnd Inventur geben worden
1 Stuckh.“]

1 falschen Zickhin⁵.

1 gulden gnaden Pfening mit Herzogs von Friedlandts bildnus, 4 Demanthn, vnd einem anhanden perl.

1 rundt gulden gnaden Pfening mit deß Bischoffs von Augspurg Wappen.

An Münnz 2 fl

[Zufatz: „Davon dem Cancillisten vnd Inventierern, wegen verrichter obignāon vnd Inventur 1 fl. 20 k.“]

1 schlechten halben Tahler. — 1 schlechten Sechspazner.

Sielbergfchmaidt.

Nihil.

R i n n g.

Deß verstorbnen Hn. feel: sielbern Pettfchier Ring.

⁴ Rosenobel und Schiffsnobel sind englische Goldmünzen (7,7 g Gold) mit dem Bild der Rose bzw. der Darstellung des englischen Königs in einem Schiff.

⁵ Zechine.

K l a i d e r.

- 1 schwarz wullen Mantl. — 1 schwarz wullen Leibbrockh, mit rauhem fuetter. — 1 schwarz wullen Wames. — 1 leinen abgenehet Nachthembdt. — 1 wullene Hauben, mit rauhem fuetter. — 1 braunn baar Sockhen. — 1 Fülzhuett. — 2 baar handtschuch. — 1 Kampfuetter⁶. — 1 Fehleiß. — 1 Pufazn. — 1 alt lederne Gürttl. — 15 Schlüeißl. — 1 Waxstöckhl.

R ü f t u n n g.

- 1 Wehr sambt dem gheng. — 1 Pistoht, sambt der Hulfpter vnd Pulverflaschn. — 1 baar Stiffl. — 1 baar Spornn.

P ö t t g w a n n d t.

- 1 barchet
1 federickhen⁷ } Deckhpett.
2 leinen Polfter. — 1 barchet Kießl.

L e i n e n g w a n n d t.

- 1 Leilach. — 2 hembder. — 1 baar Schlawffhofen. — 4 Vberfchleg. — 2 baar handtezl⁸. — 4 fazenetl⁹. — 1 baar strimpff. — 3 Stückhel Schlefingifch Tischgewannndt. — 1 Stückhel Schlayher. — 3 dickhe Krägn.

B ü c h e r.

- 4 in quart, vnd weiß pergament gepundtene bücher, die Ephemerides novae motuum coelestium intituliert.
57 vneingepundtene ejusd. tituli.
16 vneingepundtene Exemplaria in folio, Tabulae Rudolphinae Johann Käpleri Mathematici.
Mehr 18 in folio. — 15 in quart. — 36 in octav. — 4 in sedet. — alle gepunden.
[Zufatz: „NB.“]

S c h u l d e n.

Hilleprandt Bylli, Methhandlern alhie, ist man über das geldt so er empfangen, wie vorn vermeldt laudt einer sonderbaren specification nach. —:

Johann Georg Peuttel Apothekhern laudt Zetls. —:

⁶ Kamp-fuetter ist vielleicht eine Art Wollfutter (vgl. Kammgarn). Möglicherweise handelt es sich hier um eine wollene (Reife-) Decke.

⁷ Bettzieche.

⁸ handtezl sind wohl Handschuhe; „tezl“ vielleicht eine Umbildung von „tazzen“.

⁹ fazenetl bedeuten hier jedenfalls Schnupftücher, an späterer Stelle Handtücher.

Gegenſchulden.

Burgermeiſter vnd Richter auch Vertreterin der alten Eyſenhandlungs Geſeſſchafft der Statt Steyer, laudt einer obligat̄on die Michaelis A. 628.	1000 fl.
Sambt andern beygelegten zue der ſachen gehörige Abſchriften.	
Maria Billin, laudt Schuldtſcheins, sub aō 1628. d. 12t. January	22 fl.
Darumben befündt ſich ein Zetl sub aō 628. d. 10. Juny, ſo man noch dran ſchuldig ſein ſol.	6 fl. 38 k.
Wolff Helzl, Burger vnd Leinweber der Statt Grießkirchen, laudt obligat̄on d. 12t. February A. 1618	50 fl.
Balthauer Greilich, laudt eines Scheins, abſq. aō et die datiert.	6 fl.
Gemeine Landtſchafft des Erzherzogthumbs Öſterreich ob der Ennß verordnete, laudt Ampts Recognition. sub aō. 628 d. 4. July	1500 fl.
Vom Kayſ: Rudolpho 2do hochlöblichſter gedechtnus, gnadenbrieff, geben Prag d. 29t. Aprilis, A. 1610. deß Römifchen im 35t. deß Hungerifchen im 38t. des Behemiſchen auch im 35t.	
p.	2000 Reichs Tahler.
Darbey 1 quittung von Johann Hueber Röm: Kay: May: Rath vnd Hoffzahlmaifter, ſo er H: Stephan Schmidt zu ſein deß Ceplers handen vnd contentierung vbernommen vnd empfangen, sub A. 1610. d. 26t. Auguſti	2333 fl.
Ein Anweiſungsbrieff von Ihr Röm: Kay: May: Ferdinando 2do: an die Statt Nürnberg	4000 fl.
an Vlm	2000 fl.
sub dato d. 5. Aprilis, A. 628.	
Ein Anweiſungs Copia von Ihr Röm: Kay: May: an Herzog von Friedtlandt, sub dato d. 10. May. A. 628. p.	11817 fl.

Brieffliche Vrkhundtn.

- 3 verpettſchierete Schreiben, ains an Carl Gaſſer ſeel: daß andere die Frau Pfeffererin.
- In einem fasciculō, mit Hn. Käplers ſeel: aigner handt allerhandt geſchriebne memorialia, verzeichnuſn vnd zuegeſchickhte Mißiv.
- 2 V. Herzog von Friedlandt verſchloſſene Schreiben, daß eine dem Edlen Geſtrengen Hn. Reichartn von Wallmeradt Röm: Kay: May: Hoff Cammerrath vnd Commiſſario gehörig.
- Daß ander H. Johann von Oberkamph Röm: Kay: May: Reichshoff Rath vnd Commiſſario.
- Mehr 1 vneröffnet mißiv an den Edlen Geſtrengen Johann von Beſchn, dabey 2 Kraußn ſo vorn geſetzt, 12 Reichs Tahler aber ſeindt nicht gefunden worden.
- 1 gefertigter Volmachts Schein mit Hn. Keplers ſeel: handt vnterſchriefft vnd Pettſchafft, wegen 11817 fl. Kayſerlich anforderung im Halberſtättiſchen einzubringen.
- 1 quittung p. 100 fl. in Abſchlag wegen bey Herzog von Friedtlandt habender jehrlichen vnterhaltung.

Mehr ein quittung p. 120 fl. von 2000 fl. in einer löblichen Landt: Einnember Ambt dargeliehen, mit Bartholomaei deß 1629t. jahrs verfallenen Intreße.

Ein quittung p. empfang von 2000 fl. in einer löblichen Landt: Einnember Ambt dargeliehenen hauptsumma, eines Jahrs Intreße, mit St: Bartholomaei deß dreyßigften verfallen J. e. . . . 120 fl.

Mehr 1 quittungen p. empfang p. 1500 fl., so in einer löblichen Landtschafft Einnember Ambt dargeliehener hauptsumma benantlichen 90 fl. mit St: Bartholomaei, deß 629. Jahrs verfallenen eines Jahrs Intreße.

Mehr 1 quittung p. empfang von 1500 fl. hauptsumma so in einer löblichen Landt: Einnember Ambt dargeliehen, eines mit St: Bartholomaei des dreyßigften verfallenen Intreße von einem Jahr J. e. 90 fl.“

[Nachtrag auf besonderem Blatt:

„NB.

Ob zwar wol diese in hac parenthesis geschlossen Theologische Bücher, d. 13. Xbris A. 630. hieher verzeichnet, vnd man eben damals, (als ob solche, weils in Hielliprandts Billi behauptung, neben gemelten Hn. Cäplers feel: verlassenschaft, in einem mittlern Väßl gestanden, auch zu der verlassenschaft gehörig) vermaint: So hat sich doch Sambstag d. 10. 7bris A. 631 der Ehrwürdig vnd Wolgelehrte H: Caspar Amman gewestet Pfarrer zue Reichebach, in der Churf: Pfalz, bey dem Edlen, V. E. F. E. H: v: W: Cammer Ambtsverwalter, Herrn Hyeronymo Perger, gehoramblich angemeldt, Ihm solch sein Väßl so per errorem, hieher geführt, vnd inventiert worden, grossg. folgen zu lassen welches Ihme alsbaldten in gegenwarth, der hierzu verordneten Inventierer, überantwort, vnd zuegestelt worden; Deß Hn. Cäplers Vaaß feel: aber, darinnen allerhand Mathematische bücher sollen sein, vnd dafür eben dickh bemeltes zu inventieren, vnd zu beschreiben, ist hergeben worden, befindt sich der Zeit noch vninventierter, in Ihr Ehr. Wey: Herrn Johann Franckhen deß Innern Raths alhie, gueter verwahrung.“]

IV. Inventar der Verlassenschaft der Frau Sufanna Kepler, d. d. Regensburg 27. Februar (alten Kalenders) 1637 (s. S. 89, 99).

Titelblatt und 15 Seiten Text mit einigen Anmerkungen der Kanzlei.

„I N V E N T A R I U M

Waylanndt der Vielehrtugentfamen Frauen Sufannae Keplerin, auch waylanndt des Ehrnvesten vnd Hochgelehrten Herrn Johann Keplers. Röm: Kay: May: wolbestelten Mathematici, hinterlassenen Wittib. feel: verlassenschaft.

S U B A N N O 1 6 3 7.

I N V E N T A R I U M.

Waylanndt der Vielehrtugentfamen Frauen Sufannae Keplerin, Wittib. feel: verlassenschaft den 27t. February, āo 1637. Gemeiner Statt Regensburg ordnung, herkommen vnd gebrauch nach, in beysein Tobia

Rauchwolffens Inventierers, vnd Wolffen Naimers Inventierknechts, inventiert vnd beschriben worden.

Ligenndte güetter.

Wegen der ligennden Grundt ist der Zeit niemandt vorhanden gewest, der gründlichen bericht hett geben können.

Paarfchafft.

28. fl. So bey der obsignāon der Frau Doctorin Marchtrenckerin wegen allerhandt Aufgaben in handen gelassen worden.

Mehr hat die Frau Marchtrenckerin von Ihr Gnaden Frauen Potentiana Gallin, geborner Reifcherin wegen Ausstendigen Interesse empfangen 120 fl. so künfftig zu verrechnen.

Schazgeldt.

Beeder Kinder	$\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ ganzen Rosenobl.}^4 \\ \frac{1}{2} \text{ Schieffnobl}^4 \text{ p. 3 fl.} \end{array} \right.$	} Ducatn.	
Schazgeldt			$\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ doppelten-} \\ 5 \text{ einfache-} \\ 3 \text{ goldtgulden} \end{array} \right.$
1 gulden Pfening mit Caroli. V. bildtnus			4 $\frac{1}{2}$ Ducaten.
1 gulden Pfening			8 Ducaten.
1 gulden Pfening mit Wahlsteiners bildtnus an einem Ringl mit 4 Demanthn			13 Cronnen.
1 gulden Pfening mit Wolffen Wilhelms bildtnus an einem örl			5 $\frac{1}{4}$ Cronnen.
1 gulden Pfening mit Friderich Pfalzgravens bildtnus			5 $\frac{3}{4}$ Cronnen.
Des Töchterls	$\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ doppelten-} \\ 1 \text{ einfachen-} \end{array} \right.$	} Ducaten.	
Annae Mariae			$\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ halben Rosenobl}^4. \\ 1 \text{ Reichsviertl} \end{array} \right.$
Einpündt gelt			
Beeder Kinder	$\left\{ \begin{array}{l} 6 \text{ gannze-} \\ 7 \text{ halbe-} \\ 1 \text{ viertl-} \\ 1 \text{ ganzen-} \\ 1 \text{ halben-} \end{array} \right.$	} Reichsgulden	} Tahler.
Schazgeldt			
			6 Loth. $\frac{1}{2}$ q.

¹⁰ Marzehl = Marcello, venetianische Silbermünze, genannt nach dem Dogen Marcello (1473/4), bis 1550 geprägt. Gewicht ca. 3 g.

Sielbergfchmaidt.

In- vnd aussen verguldt	}	1 großen Hoffbecher sambt dem Deckhl mit getriebner arbeit	4 M: 2 L: 1 q.
		1 klienern dergleichen sambt dem Deckhl	1 M: 11 L: $\frac{1}{2}$ q.
		1 klienern dergleichen	1 M: 4 L: —.
		1 becher mit ablangten ¹¹ knorn sambt dem Deckhl	1 M: 8 L: 1 q.
	}	1 doppelt Gfchierl mit dem Deckhl	1 M: 7 L: $\frac{1}{2}$ q.
		1 Passfeten becher ¹²	1 M: 2 Loth —.
		1 spizbecher	1 M: —.
		1 dergleichen von gefrorner ¹³ arbeit	13 L: 2 $\frac{1}{2}$ q.
		1 dergleichen von gefrorner ¹³ arbeit	14 Loth.
		1 spizbecherl	11 Loth $\frac{1}{2}$ q.
	1 sielbern verguldt abgledte giertl	15 L: 2 $\frac{1}{2}$ q.	
	1 Wainerl ¹⁴ mit sielber bñchlägen, auff	. 6 Loth.	

R i n n g.

Nihil.

Paternoster vnd giertlportn.

Nihil.

Kl a i d e r.

- 1 blindt damaft Mantel mit Felbern Außschlegen, vnd Fehennb¹⁶ fuetter.
- 1 alt Legaturen Mäntel mit Fehennehmen¹⁶ fuetter vnd Mäderen¹⁷ Außschlegen.

[Vermerk der Kanzlei für beide Stücke: „d. 27t. July \overline{ao} 1637. der Frauen Marchtrenckherin wegen fimmerung¹⁵ hervor gelassen.“]

- 1 guet damaft Mäntel mit 6. feiden Schnürn, vnaußgemacht.
- 1 alt braunn Perpetunnen¹⁸ Rockh.
- 1 alt schwarz blindt damaften Rockh.
- 1 schwarz damaften Rockh mit 8 feiden Schnürn.
- 1 Taffet Vortuch.
- 1 blindt damaft Priftl.
- 2 $\frac{3}{4}$ Eln schwarz gueten Damast.
- 3 $\frac{3}{4}$ Eln blinden Damast.

[Kanzleivermerk: „den 27t. July \overline{ao} 1637. den Kindern zu verfhneiden hervor gelassen worden“.]

- 1 rauch gefiettert zeigene Nachtschauben.

¹¹ ablangten = oblong (langgestreckt).

¹² „passig“ = gerippt. Wohl ein mit Zügen gefchmückter Becher.

¹³ „gefroren“ im Gegenfatz zur fogen. „gefchwitzten“ Arbeit.

¹⁴ Wanne.

¹⁵ Lüftung.

¹⁶ gefüttert mit Pelz vom Feh.

¹⁷ Marder.

¹⁸ perpetuus = beftändig; ein fehr dauerhafter Zeug, eine Art Serge. Für frdl. Beratung gebührt Herrn Direktor Kerber in Regensburg befonderer Dank.

Mehr

- 1 schwarz Englisch wullen Mantl, mit guet Sameten Außschleglen vnd Kragen.
- 1 guet schwarz damaß Manns Wames.
- 1 leidenrupffen zerftochen Manns Wames.

R ü f t u n n g.

- 1 alt roftich Piftohl. — 1 alte Huelffftern.

T e p p i c h v n d P a n n c k h p ö l f t e r.

- 1 altn Nürnberger Tifch Teppich.
- 1 leinen abgenehete deckh.
- 1 schwarz leinen Vorhang auff 6 Eln.
- 1 alten Spahlier auff 5 Eln.
- 2 Stückhl Teppichendt zu einem Seßl.

P e t t g w a n n d t.

- 1 zwilchen vnter- } Pett
- 1 zwilchen deckh- }
- 1 leinen dito.
- 1 barchet Kieß.

Mehr

- 1 barchet vnter- } Pett
- 1 leinen deckh- }
- 1 barchet- } Kieß
- 1 leinen- }
- 1 Säckhel mit federn.

Mehr

- Bey der Inventur } 1 zwilchen vnter- } Pett.
- hervor gelaffen } 1 barchet deckh- }
- worden } 1 barchet- } Polfter
- } 1 zwilchen- }
- } 1 lendtpolfter

F l a c h s v n d G a h r n.

30 fl Flachs.

L e i n e n g w a n n d t.

- An einem Stückhl Tifch fazenet^o von fues arbeit 3½ Duzet.
- An einem Stückhl flächferne Leinwadt 15 Eln.
- [Kanzleivermerk: „Ist den 2 Kindern zu verfdneiden hervorge-
laffen worden.“]
- 11 Eln blau Cölnifchen an 2 Stückheln.

- 2 Trümbl Zwilch . . .
 5 baar Leilacher mit fpiz vnd portn.
 1 Cölnifch- } Pett-
 3 leinene- }
 5 leinene Polfter- } Zichen
 3 außgenehete- } Kießn
 5 andere schlechte }
 9 Tifch- } Tücher
 12 handt- }
 1 mit feiden außgenehet Confeckh Tuch.
 1 leinen Vorhang fambt dem Crannz.
 1 badtmantl. — 5 Priftl. — 6 fazenetl^o.

7 Eln.

P e t t f ä t t , K ä f t e n v n d T r ü c h e n .

- 1 grienn angefrichene Truchen.
 2 gefier: Trüchen.
 1 nidern Kaftn mit 2 Tühren.
 1 weißen Speiß Kaften mit Schubladten vnd 2 Tühren.
 1 nidern Kaftn mit 2 Tühren vnd eingelegtem holz.
 1 nidern Käftl mit 1 Tühr drauff ein Schreib Tifch mit Schublädtn.
 1 grienn angefrichen nidern Pettstöttl.

Z i h n n g f c h i e r .

68 ₰

M e f f i n g .

8 ₰

- 1 Mersner fambt dem strempfl.

K u p f f e r g f c h i e r .

- 1 Badthafn, auff

5 ₰

K u e c h e n g f c h i e r .

- 3 Pfänl. — 1 blechern Trüchterl. — 12 hilzerne Teller.

B ü e c h e r .

- 2 in folio. — 1 in quart. — 2 in groß octav. — 3 in ovtav.

Getraidt
 Getrannckh } Nihil.
 Viech vnd Roß }

S c h u l d e n .

In ein Erb: Steyer Amt. —

G e g e n s c h u l d e n .

Maria Tuchmännin laut obligatōn aō 1636 d. 16t. May	43 fl.
Darumben p. hypotheca	
1 becher sambt dem deckhl	20 Loth.
2 becher	20 Loth.
1 flaschn giertl	12 Loth.
24 guldene Roffn ¹⁹ , davon die Tuchmännin schon 14 Stuckh von der verstorbnen Frauen seel. empfangen, die übrigen seindt auff ein Stirnpendl gehöffter noch vorhanden.	
2 guldene Ring, drundter einer mit ein rothen steinl, der ander zwiefach.	
5 selberne Pfening, drundter einer verguldt.	
Bertlme qurtterers ²⁰ Fragners Ehwirthin	12 fl.
Ihr Gnaden Frau Potentiana Gallin, geborne Reischerin	500 fl.

Davon hat die Frau Marchtrenckherin die Intresse empfangen, wie vorn in der Rubric Paarschafft zue sehen.

[Späterer Kanzleivermerk: „d. 27t. July aō 1637 ein Scheinl wegen der 500 fl. von Ihr Gnaden Frauen Potentiana Gallin, auß bevelch Hn. Statt Cammers Hn. Dr. Stephan Marchtrenckhern auß der verlassenschaft eingehendigt.“]

Solches ist der Wittib seel: vnd Ihren Kindern so noch im Leben.	{	Ein löbl: Lanndtschafft ob der Enns, laudt obligatōn Lünz die Bartholomaei aō 1615 2000 fl.
		Hannß Eisenhofer Mezger vnd Burger alhier laudt Schuldscheins 30 fl.
		Wolff Helzl Burger vnd Leinweber der Statt Griesßkirchen laudt obligatōn sub aō 1618 d. 12. February 50 fl.
		Burgermeister vnd Rath der Statt Kempten, laudt obligatōn sub aō 1625 d. 7. July 2000 fl.

1 Vidimus sub aō 1634 den 28t. May. auff die Frau Wittib seel: vnd Keplerische Erben gestelt p: 12694 fl.

B r i e f f l i c h e U r k h u n d t n .

Frauen Susannae Keplerin seel: geburthsbrieff.
 1 Paaßbrieff auff die Frau Wittib lautendt, von der Statt Franckhforth.
 1 gefertigte hayraths Notthuel.
 Hn. Käplers seel: Inventarium, Theil libell, vnd Vergleich, zwischen der Frauen Wittib, erster vnd anderer Ehe kindern, sub aō 631 d. 30 9bris datiert.
 Keplerisch Codicills Copia.“

¹⁹ Rofen.

²⁰ Verbeßert aus Gurtterer.

DAS KEPLER-DENKMAL IN REGENSBURG

(Tafel XII.)

VON PAUL SCHULZ, STUDIENPROFESSOR, REGENSBURG.

Johannes Kepler war am 15. November 1630 in Regensburg gestorben und auf dem Friedhof Weih St. Peter begraben worden. Kepler war wohl kein Regensburger, aber doch auch kein Fremder; denn er selbst als auch seine Familie waren häufig Gäste in der Donaustadt gewesen. Zudem war er hoher kaiserlicher Beamter. Es ist also verständlich, daß ihm ein ehrenvolles und feierliches Begräbnis zuteil wurde, an dem nicht nur Regensburgs Bürgerschaft, sondern auch zahlreiche Würdenträger teilnahmen, die anlässlich des Reichstages hier versammelt waren. Doch den äußeren Zeichen seines Grabes war keine lange Dauer beschieden. Der protestantische Friedhof, der bei Einführung der neuen Lehre errichtet worden war, lag außerhalb der Stadt, nach allgemeinen Begriffen des Mittelalters und insbesondere für die Zeit des Dreißigjährigen Krieges also in der Gefahrenzone. Die Wirren dieses Krieges, vor allem wohl die Einnahme Regensburgs durch die Schweden brachten es mit sich, daß von Keplers Grab schon wenige Jahre nach seinem Tode nichts mehr vorhanden war. An welcher Stelle des Friedhofes das Grab gelegen war, wie es ausgesehen hat, was auf seinem Grabstein stand, ist heute mit Sicherheit nicht mehr festzustellen.

Es ist auffallend, daß Keplers eigene Angehörige, die doch Kenntnis von der Zerstörung des Grabes haben mußten, sich nicht um die Wiederherstellung desselben kümmerten. Keplers Frau lebte in Regensburg, sie ist auch dort gestorben, sein Sohn Ludwig war zur Regelung der väterlichen Erbschaft längere Zeit in der Donaustadt anwesend; aus einer Widmung dieses jüngeren Kepler an die Regensburger Stadtbibliothek vom 9. August 1634 geht hervor, daß die Stadt selbst sich eine Zeitlang wenigstens um das Grab angenommen hat. Trotzdem war daselbe schon nach wenigen Jahren verschwunden.

Die ungemein schwere Zeit des Dreißigjährigen Krieges mag hier manches erklären und entschuldigen. Die Sorge um das tägliche Brot und um das nackte Leben ließ alles andere zurücktreten. Dieser Krieg nahm so manchen Mann mit, daß man den einzelnen nach seinem Tod bald vergaß, mochte er im Leben noch so bedeutend gewesen sein.

Auch in den folgenden Jahrzehnten, ja sogar hundertfünfzig Jahre lang scheint in Regensburg niemand gewesen zu sein, der sich des großen

Toten ernstlich erinnerte, der an die Wiederherstellung des Grabes auf dem Petersfriedhof dachte.

Der Erste, der diese Pflicht ins Gedächtnis zurückrief, war Johann Philipp Ostertag, geboren am 30. Mai 1734 zu Idstein in Nassau. Im Jahre 1776 als Rektor an das Gymnasium poëticum in Regensburg berufen, hatte er damals Keplers Grab vergeblich gesucht. Zehn Jahre später richtete er eine Veröffentlichung an „das aufgeklärte deutsche Publikum“. Unter Hinweis auf den großen Newton, der in der Westminsterkirche in London den Königen Englands zur Seite ruht, forderte er in Erfüllung einer Dankespflicht vom deutschen Volke ein würdiges Denkmal Keplers an Stelle des verschollenen Grabes. Er schlug als Kenotaph einen schwarzen Sarkophag vor mit Keplers Abbild aus weißem Marmor, mit Genien und Darstellungen von Keplers Werken aus der Himmelskunde und Optik.

Der Aufruf verhallte indes ungehört. Das alte Reich mußte zunächst untergehen, andere Menschen und ein anderer Geist mußten zur Herrschaft kommen.

Erst im Jahre 1806, als Karl Theodor von Dalberg Fürstbischof von Regensburg wurde, fanden sich Männer, die den Plan von neuem aufgriffen. Die Komitialgesandten Franz Wilhelm Freiherr von Reden und Leopold Hartwig Freiherr von Pleßsen, der fürstlich Regensburgische Geheimrat und Domkapitular Graf Kaspar von Sternberg und der hochfürstlich Primatistische Landesdirektionsrat und Stadtkommissär Thomas Boeßner veröffentlichten einen neuen Aufruf zur Errichtung eines Denkmals zur Ehre Keplers.

Während Ostertag seinerzeit in seiner Aufforderung lediglich das eigentliche Denkmal genauer umrissen hatte, ging der zweite Aufruf von Anfang an schon auf alle nötigen Einzelheiten ein. Der Platz für das Denkmal war angegeben; es sollte möglichst nahe dem mutmaßlichen Grabe, dem Petersfriedhof gegenüber, in dem neuen gräfl. Sternbergischen botanischen Garten zu stehen kommen; die Ausführung des Baues nach den Plänen des Obristleutenants und Landbaumeisters d'Herigoyen war skizziert; der Kostenvoranschlag lautete auf 5000 Gulden. Das Unternehmen sollte auf Subskription durchgeführt werden. Fürstprimas von Dalberg zeichnete als erster 1000 Gulden.

Der Rückhalt, den dieser Plan in der Persönlichkeit und in den finanziellen Hilfskräften des Fürstbischofs hatte, ließ den Gedanken diesmal zur Reife gedeihen. Die Subskription entsprach wohl nicht ganz den gehegten Erwartungen; immerhin gingen zahlreiche und namhafte Beträge ein. Der Adel, die Beamten, Privatleute trugen bei; auch bei den freien Städten Lübeck und Bremen hatte der Aufruf Gehör gefunden. Der Fürstbischof freilich mußte etwas tiefer in die Tasche greifen; statt der anfänglich zugesagten 1000 Gulden leistete er 1739 Gulden, um den Ausgleich herzustellen zwischen Einnahmen und Ausgaben, die sich auf 4334 Gulden beliefen. Hievon trafen je 1000 Gulden auf die Büste und das Relief am Sockel.¹

¹ Die Originalbelege für die Einnahmen und Ausgaben befinden sich im Archiv des Historischen Vereins zu Regensburg.

Wenn also auch Fürstbischof von Dalberg den Bau des Denkmals nicht angeregt hat, so darf man ihn doch als den Hauptstifter bezeichnen, da es ohne sein Zutun nicht zustande gekommen wäre. Er förderte auch sonst den Bau nach Kräften. Auf seine Veranlassung wurde für das Denkmal an der oben bereits angegebenen Stelle in der Nähe des Petersfriedhofes ein Feld zu einer Anlage hergerichtet und mit Wegen versehen. Es war dies unfern des im Jahre 1806 zu Ehren des Fürsten Karl Anselm von Thurn und Taxis errichteten Obelisken und gegenüber dem Landhaus des Grafen Sternberg, das heute als Theresienruhe dem fürstl. Thurn- und Taxis'schen Park einverleibt ist.²

Der Baumeister war Emanuel d'Herigoyen, ein bedeutender Architekt des Klassizismus.³ Ursprünglich kurmainzischer Oberstleutnant beim Ingenieurkorps war er 1804 dem Fürstprimas von Dalberg gefolgt als „Stadt- und Landbaumeister für das Fürstentum Regensburg“. Das Theater oder Neue Haus, das Palais des jetzigen Regierungspräsidenten, damals Wohnung des französischen Gefandten, die Regierungsfinanzkammer am Emmeramsplatz, das Gartenchloßchen des Grafen Sternberg, der Obelisk für den Fürsten Karl Anselm gehören zu seinen Werken. Es ist wenig bekannt, daß der ursprüngliche Plan für das Denkmal nicht zur Ausführung kam. Der Fürstbischof lehnte den ersten Entwurf ab und der Architekt schuf dann die Anlage, wie sie tatsächlich zur Ausführung gelangte, einen offenen Rundtempel mit 8 dorischen Säulen, in der Mitte die Büste des großen Astronomen. (Tafel XII; XIII.)

Es ist dies der einzige Bau dieser Art, den Herigoyen ausgeführt hat, er wählte sonst fast immer den rechteckigen Grundriß mit vorgeetzter Säulenhalle. Nachdem das Denkmal eine auffallende Ähnlichkeit hat mit dem Titelbild zu den Rudolphinischen Tafeln Keplers, so besteht die große Wahrscheinlichkeit, daß dieses dem Baumeister zum Mufter gedient hat. Das genannte Bild ist von Kepler selbst entworfen.

In Regensburg waren die Rudolphinischen Tafeln jedenfalls zugänglich; hat doch Keplers Sohn Ludwig der Stadt selbst ein Exemplar mit eigenhändiger Widmung überlassen. Die Kreisbibliothek verwahrt dies heute noch als einen besonderen Schatz. Falls die Vermutung zutrifft, stünden wir vor der eigenartigen Tatsache, daß Kepler selbst den Plan zu seinem Denkmal geliefert hat. Als Urheber des Gedankens, für das neue Denkmal Keplers eigene Idee zu verwenden, dürfte man aber weniger d'Herigoyen ansehen als vielmehr Pater Placidus Heinrich von

² Die Gewohnheit, immer nur den Fürstprimas von Dalberg als Stifter des Denkmals hinzustellen, scheint schon frühzeitig in die Literatur übergegangen zu sein. Der Historische Verein in Regensburg besitzt ein Schriftstück, das aus der Zeit unmittelbar vor der Verlegung des Denkmals, also wohl aus dem Jahre 1858 stammt, in dem ausdrücklich dagegen protestiert wird, daß Dalberg der Urheber des Denkmals sei. Es wird mit Recht an dieser Stelle hervorgehoben, daß Reden, Plessen, Sternberg und Boesner die Unternehmer des Denkmalbaues waren. Allerdings werden auch die Verdienste des Fürstprimas anerkannt.

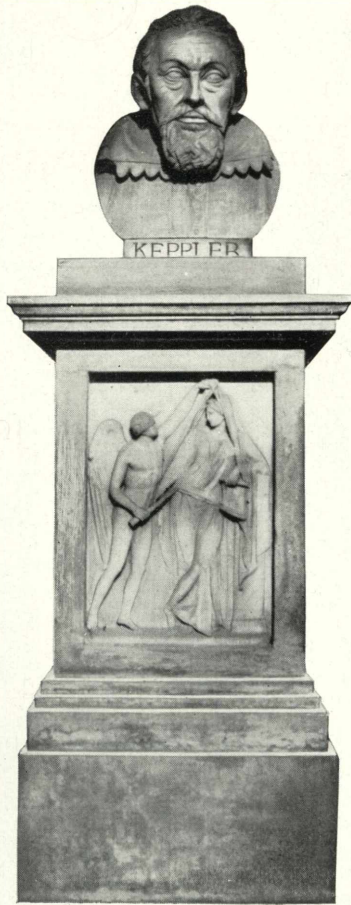
³ Die Angaben über d'Herigoyen beruhen auf den Forschungen des Münchener Archivars Dr. Heinrich Huber, die im „Bayerland“ 1926 veröffentlicht sind. Dort sind auch über die verschiedenartige Schreibweise des Namens die nötigen Angaben zu finden.



Tafel XII.

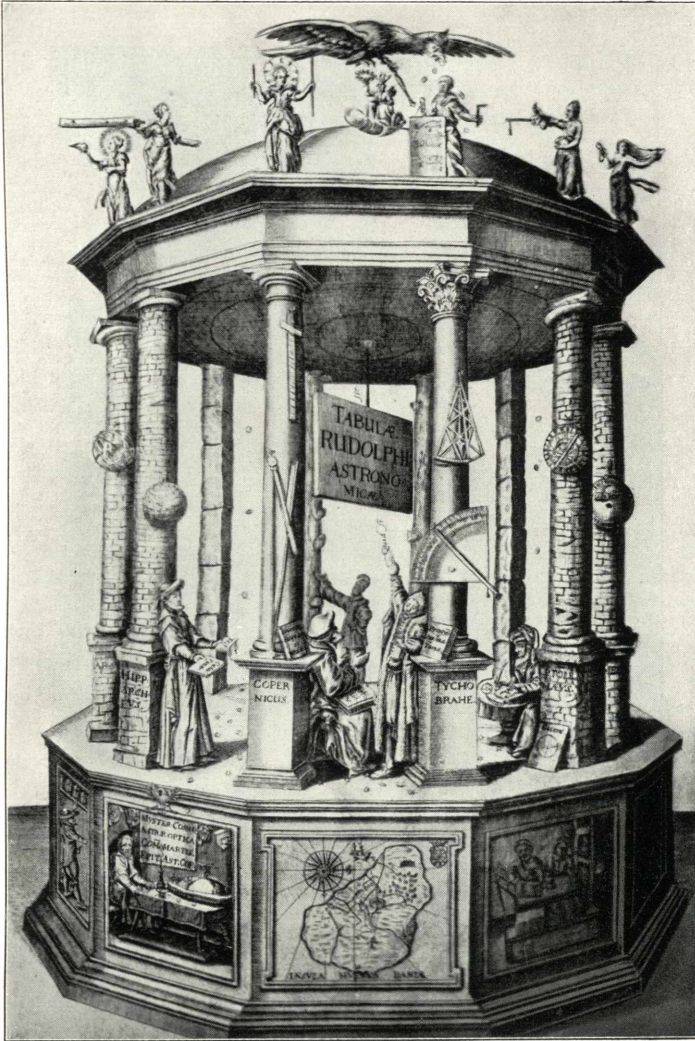
Kepler-Denkmal zu Regensburg.

Errichtet 1808 nach einem Entwurf von Emanuel d'Herigoyen.



Tafel XIII.

Kepler-Büste von Döll und Relief von Dannecker
im Denkmal zu Regensburg.



Phot. Otto Nüßle, Regensburg

Tafel XIV.

Titelbild zu Keplers Rudolphinischen Tafeln vom Jahre 1627.

Im Unterbau links Kepler in seinem Arbeitsraum.
Kupferstich von Georg Cöler-Nürnberg.



Phot. Otto Nüßle, Regensburg.

Tafel XV.

Kepler in seinem Arbeitsraum.

Auschnitt aus dem Titelbild der Rudolphinischen Tafeln.
(Vergleiche Tafel XIV.)

St. Emmeram, der damals als Physiker und Astronom an der Regensburger Hochschule wirkte und in hohem Ansehen stand. Die ganze astronomische Ausstattung des Denkmals geht sicher auf ihn zurück.

Das Titelbild zu den Rudolphinischen Tafeln ist interessant genug, daß sich eine Gegenüberstellung mit dem Regensburger Denkmal und eine nähere Beschreibung wohl lohnt. Es ist eine Allegorie zur Verherrlichung der Himmelskunde und einzelner hervorragender Astronomen, insbesondere wohl Tycho Brahes: ein von zehn Säulen getragener Rundtempel, auf dessen Dach in einem Wolkenwagen die gekrönte Urania thront. Auf dem Kuppelrand stehen sechs Figuren, welche diejenigen Wissenschaften versinnbildlichen, mit denen der Astronom, vor allem Kepler selbst, es neben seinem Hauptgebiet zu tun hatte. Zuerst die „Magnetica“ mit der Kompaßnadel, dann folgt die „Stathmica“ mit der Waage; die dritte ist die „Doctrina Triangulorum“ mit Zirkel und Winkelmaß nebst einer Tafel, die zur Erläuterung einer Ellipsenkonstruktion dient sowie zur Erklärung der Kepler'schen Auffassung der Planetenbahnen im Gegensatz zu Ptolemäus, Kopernikus und Tycho. Als vierte Figur folgt die „Logarithmica“; sie hält in den Händen die sogenannten Rechenstäbe des Neper, die dieser, der Erfinder der Logarithmen, im Jahre 1617 als mechanisches Hilfsmittel, eine Art Rechenmaschine, zum Multiplizieren und Dividieren angegeben hatte. Der Strahlenkranz um ihr Haupt enthält die Zahl 6931472, das ist nach der heutigen Auffassung der natürliche Logarithmus von 2, bei Neper allerdings der von 0,5. Man versteht diese Allegorie, wenn man bedenkt, daß die Logarithmen damals eben erfunden waren; Kepler hatte sich selbst eine umfangreiche Tafel, die Chilias Logarithmorum, abgeleitet und in den Rudolphinischen Tafeln auch verwendet.⁴ Die fünfte Figur ist die „Optica“ mit einem Fernrohr, das damals noch eine Neuheit vorstellte; die sechste bezieht sich ebenfalls auf die Optik; die „Physica lucidi et pellucidi“ stellt die strahlende Sonne vor mit der beleuchteten Erde, ein Sinnbild der geradlinigen Ausbreitung des Lichtes. (Tafel XIV.)

In der Halle befinden sich berühmte Astronomen: Hipparch, in der Hand seinen Sternkatalog, über sich an der Säule eine Himmelskugel. In der Mitte Kopernikus und Tycho Brahe, die sich offenbar über das an der Decke des Tempels angebrachte tychonische Weltssystem unterhalten; die Säulen tragen die zu ihren Zeiten gebräuchlichen Instrumente, einerseits Jakobsstab und eine „Regula parallactica“ (Dreistab), andererseits Oktant und Quadrant; bei Kopernikus stehen die Observationes Regiomontani et Walteri, auf den Knien hat er einen Band seines berühmten Werkes über die „Revoluciones“; an der Säule des Tycho sehen wir sein Hauptwerk: „Astronomiae instauratae progymnasmata“ (Einführung in die neuere Astronomie). Es folgt Ptolemäus mit der *μεγάλη Σύνταξις*, die als „Almagest“ auf uns gekommen ist; an seiner Säule hängt ein Astrolabium. Im Hintergrund steht ein Chaldäer, der über die ausgestreckte Hand einen entfernten Gegenstand anvisiert (man erkennt auf dem Bild die Sehstrahlen); er ist der Vertreter der primitiven Sternbeobachtung. Die äußerste Säule links mit einer Armillariphere trägt den Namen Aratos, diejenige rechts ist dem Athener Meton gewidmet; zu ihm gehört eine Kalenderischeibe zur Mondrechnung.

⁴ Näheres hierüber bei Cantor, Geschichte der Mathematik II, Seite 736.

Ptolemäus zeigt uns auf diesem Bild eine Zeichnung mit einer Planetenbahn, wie er sie auffaßte: den exzentrischen Kreis mit dem Epicykel. Das Regensburger Denkmal (S. 123) zeigt die Planetenbahn, wie sie Kepler auffaßte, die Ellipse mit der Sonne im Brennpunkt. Das kann kein Zufall sein. Die Vermutung, daß Placidus Heinrich dem Baumeister d'Herigoyen das Titelblatt der Rudolphinischen Tafeln als Muster für den Denkmalsbau vorgeschlagen hat, wird damit fast zur Gewißheit.

Interessant ist auf unserm Bild die Verschiedenheit der Säulen, die gewissermaßen die Entwicklung der Himmelskunde darstellen. Die schönste mit korinthischem Kapital gebührt dem Tycho; er hat auch die besten Apparate, aus Metall hergestellt. Dann kommt die des Kopernikus mit hölzernen Beobachtungsmitteln; die nächsten sind ohne Verputz, zwei weitere nur aus rohen Blöcken hergestellt; der Chaldäer muß sich mit einem unbehauenen Baumstamm begnügen.

Im Unterbau des Tempels finden wir eine Buchdruckerwerkstatt, in der Mitte eine Karte der Insel Hven, wo Tychos Sternwarte stand, links ein bescheidenes Kämmerlein, in dem der Verfasser der Tafeln, Kepler selbst, am Arbeitstisch sitzt. (Tafel XIV; XV.) Vier Wappen erinnern an die Stätten seiner Tätigkeit: Graz, Prag, Linz und Ulm. Das Ganze ist nebenbei noch eine humorvolle Anspielung auf Keplers persönliche Verhältnisse. Über dem Tempel schwebt der Reichsadler, die Reichsinsignien senkend. Er läßt Münzen fallen; die meisten rollen in das Innere des Tempels, einige wenige in die Buchdruckerwerkstatt und etliche, aber nicht viele, in das Zimmer des Astronomen, der die kümmerliche Entlohnung seiner Tätigkeit wehmütig betrachtet. An die Tür von Keplers Arbeitsraum pocht ein Besucher, wohl einer von den Mahnern, die ihn zur Fertigstellung der Rudolphinischen Tafeln drängen sollten. Eine Handkizze Keplers zu diesem Bild ist heute noch in der Hofbibliothek in Wien vorhanden.⁵

Die Beschreibung dieses Titelbildes ist noch in anderer Beziehung gerechtfertigt. Es ist bekanntlich strittig, wie Kepler ausgesehen hat. Die vorhandenen Gemälde widersprechen sich zum Teil erheblich. Das Regensburger Denkmal ist nach einem Bild hergestellt worden, das heute garnicht mehr vorhanden ist und auf seine Richtigkeit schwer mehr geprüft werden kann. Da ist es nun sehr wesentlich, daß, wie P. Placidus Heinrich feststellt, der Kopf des hiesigen Denkmals gut übereinstimmt mit dem kleinen Keplerbildnis in der Umrahmung des eben beschriebenen Titelblattes. Dieses ist aber zu Lebzeiten Keplers unter seinen Augen hergestellt worden und darf wohl Anspruch auf Richtigkeit haben. Wir dürfen also annehmen, daß die Keplerbüste in Regensburg dem wahren Aussehen des großen Astronomen einigermaßen gerecht wird.

⁵ Erläuterungen zu dem interessanten Titelblatt finden sich in dem „Idyllion“, einem lateinischen Gedicht des Ulmer Gymnasialrektors und Freundes von Kepler, J. B. Hebenstreit, das den Rudolphinischen Tafeln vorgedruckt ist. — Frisch hat dieses Poëm in seiner großen Gesamtausgabe der Werke Keplers nicht abgedruckt.

Im Herbst 1808 war der Regensburger Bau fertig. Die Kuppel erreicht eine Höhe von etwa sieben Metern. Der um die Säulenhalle laufende Fries ist verziert mit den Zeichen der Sonne, der Planeten und des Tierkreises. Bei der Angabe der Planeten hat man sich nicht an die Kenntnisse zur Zeit Keplers gehalten, sondern an die des Jahres 1808. Neben den Zeichen der altbekannten großen Planeten Merkur, Venus, Erde, Mars, Jupiter, Saturn finden wir den im Jahre 1781 entdeckten Uranus, ferner die damals noch sehr neuen Planetoiden Vesta, Juno, Ceres und Pallas, die erst in den Jahren 1801 bis 1807 aufgefunden worden waren. Der Planet Neptun muß natürlich fehlen. Die Kuppel krönt eine vergoldete Armillarsphäre.

In der Säulenhalle, deren Durchmesser etwa vier Meter beträgt, steht auf einem Sockel die Büste Keplers. Sie ist nach einem damals im Herzoglich Gothaischen Museum befindlichen Kopf von Professor Döll in Gotha aus karrarischem Marmor ausgeführt. Auf dem Sockel befindet sich ein Relief, ein Werk des württembergischen Bildhauers von Dannecker. Es soll Keplers Lebenswerk versinnbildlichen. Ihm war es vergönnt, das Geheimnis des Sonnensystems zu enträtseln und die Gesetze zu finden, nach denen die Planeten ihre Bahn beschreiben. Das Relief stellt darum den Genius Keplers dar, der eben die geheimnisvolle Urania entschleiert. Die Göttin hält in der Hand eine Rolle, auf der sich die Zeichnung zu den ersten beiden Kepler'schen Gesetzen befindet; sie überreicht dem Genius ein Fernrohr, das Instrument, an dessen praktischer und theoretischer Vervollkommnung Kepler selbst wesentlichen Anteil hat und das, allerdings erst nach seinem Tode, der Menschheit die ganze Pracht des Universums offenbaren sollte. (Tafel XIII.)

Die Einweihung des Denkmals verzögerte sich etwas durch die vorübergehende Abwesenheit des Fürstprimas. Man bestimmte dann als Tag der Weihe Keplers Geburtstag, den 27. Dezember. Die Enthüllung des Tempels wurde zu einer würdigen und nach außen hin prunkvollen Feier.

Von den Unterzeichnern des Aufrufs im Jahre 1806 waren noch drei in Regensburg anwesend: Freiherr von Reden, Graf Sternberg und Landesdirektionsrat Boesner. Diese luden die Honoratioren der Stadt, die hohen Beamten und die ortsanässigen Teilnehmer an der Subskription zum 27. Dezember 1808 mittags 12 Uhr in das Sternberg'sche Landhaus ein. Die bürgerliche Kavallerie nahm im Garten Aufstellung. Im Hauptsaaie des Landhauses war die verschleierte Büste Keplers auf einem Altar aufgestellt. Nach Eintreffen des Fürstprimas von Dalberg, der Fürsten von Thurn und Taxis und von Lüttich wurde ein von Konrektor Auernhammer verfaßtes und von dem fürstlich Thurn- und Taxis'schen Musikdirektor Croes in Musik gesetztes Festspiel vorgetragen. Während deselben wurde die Büste enthüllt. Acht Männer in altdeutscher Tracht trugen sie sodann zum eigentlichen Denkmal; die Teilnehmer folgten in feierlichem Zug. Unter Chorgefang und Kanonendonner erfolgte die Aufstellung. Wohl zwang die Jahreszeit, Kälte und dichte Schneedecke, die Feier im Freien zu beschränken und in der Hauptsache im geschlossenen Raum abzuhalten.

Aber es war ein herrlicher sonniger Wintertag. Zahllose Zuschauer umfäumten den Platz. Mit freudigem Herzen konnte „Ratisbona“ singen:

Wie festlich schön
Strahlt dieser Morgen mir herauf!
Wie festlich schön
Beglänzet er das Heiligtum
Des edlen Geistes, den, verkannt von seinem
Jahrhundert, eine frömmere Nachwelt ehrt!

Wie feierlich man damals die Denkmalsweihe auffaßte, mag daraus hervorgehen, daß Abends im Theater eine Festvorstellung stattfand, die durch einen Prolog „Keplers Geburtstag“ eingeleitet wurde. Der Fürstprimas lud im Anschluß daran seine Gäste zu einem Ball mit Souper ein. Der Ort dieser Feier war das erst einige Jahre vorher entstandene „Neue Theater und Gefellchaftshaus“, heute kurz „Neues Haus“ genannt.

Aus Anlaß dieser Feier erschien neben dem schon erwähnten Festspiel von Auernhammer und einigen kleineren Veröffentlichungen eine anonyme Schrift unter dem Titel: „Monumentum Keplero dedicatum Ratisbonae. Die XXVII Decembris: Anno MDCCCVIII.“ Der Verfasser, Pater Placidus Heinrich, gibt in derselben zunächst eine Beschreibung von Keplers Lebensumständen und wissenschaftlichen Leistungen, dann genaue Angaben über das neu errichtete Denkmal. Der Regensburger Maler Joseph Bouillot hatte für die Abhandlung vier Tafeln gezeichnet: Grundriß und Aufriß des Denkmals, die Büste Dölls und das Relief Danneckers.

Zur dauernden Erinnerung hatte der Maler Baron von Götz ein Gemälde geschaffen, das bei der Einweihung im Sternberg'schen Landhaus aufgestellt war. Es zeigt in einer idealisierten Landschaft das neue Denkmal; im Vordergrund drei Persönlichkeiten: Graf Sternberg, Baumeister d'Herigoyen und Professor Placidus Heinrich, nach Angabe von Zeitgenossen alle auf das beste getroffen. Man darf aus diesem Bild wohl mit Recht den Schluß ziehen, daß diesen drei Männern das Hauptverdienst für das Zustandekommen des Denkmals gebührt. Graf Sternberg war die treibende Kraft, Placidus Heinrich der wissenschaftliche Beirat und d'Herigoyen der ausführende Teil. (Tafel XVI.)

Ostertag, der den Anstoß zu diesem Denkmal gegeben hatte, erlebte den Freudentag nicht mehr. Er war schon 1801 dahingegangen. Daß er aber wesentlichen Anteil an der Errichtung des Keplermonumentes hat, soll nicht vergessen werden. Wenn seine Zeitgenossen ihn nicht unterstützten, so war das nicht seine Schuld. Auch Fürstprimas von Dalberg erkannte dies dadurch an, daß er der Witwe Ostertags unmittelbar im Anschluß an die Denkmalseinweihung eine Rente aussetzte.

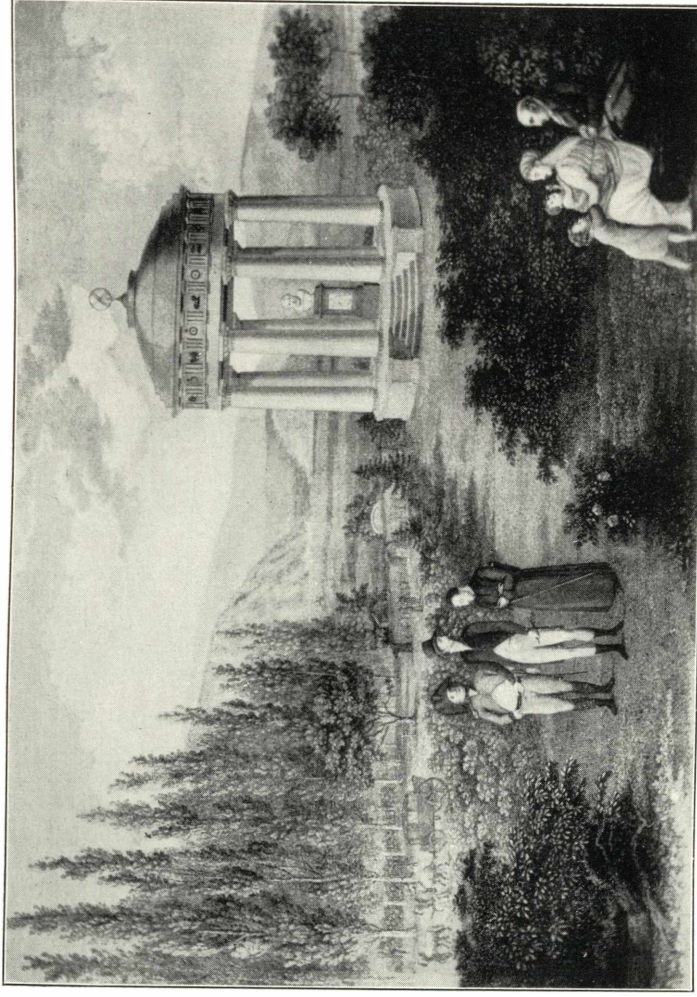
Keplers Grab war den Stürmen des Dreißigjährigen Krieges zum Opfer gefallen. Das Denkmal, das die Regensburger ihm errichtet hatten und das ein Ersatz für das verschollene Grab sein sollte, hätte beinahe dasselbe Schicksal erlitten. Schon wenige Monate nach seiner Erbauung stand

Tafel XVI.

Alte Ansicht
des
Kepler - Denkmals
zu Regensburg
in seiner früheren Umgeb.

Nach einem Gemälde
v. J. F. Freiherrn v. Goetz (1808)
geflochten von H. Ritter
im Verlage von J. Bichtel
in Regensburg

Personen (v. links nach rechts):
Emanuel D' Herigoyen,
Kafpar Graf von Sternberg,
P. Placidus Heinrich,
Freiherr v. Löw mit Familie.



Nach dem Stich Phot. Otto Nüßle, Regensburg



Tafel XVII.

Kepler-Denkmal zu Weilderstadt.

Nach dem Entwurfe von A. von Kreling-Nürnberg.

die Kriegsfurie wieder vor Regensburg. Diesmal waren es die Franzosen unter Napoleon, die den Österreichern nachdrängend, am 23. April 1809 die Stadt mit stürmender Hand nahmen. Gerade die Südseite, wo das Keplerdenkmal stand, war der Beschießung am stärksten ausgesetzt. Aber der Hauptturm ging weiter östlich durch den Klarenanger, so daß das Monument erhalten blieb. Die Büste übrigens und das Relief hatte man vorforglicher Weise schon vor Beginn der Beschießung in Sicherheit gebracht. Die Anlagen und das Sternbergschlößchen kamen allerdings nicht so glimpflich weg. Der mit der Erstürmung verbundene große Brand von Regensburg hatte aber für das Keplermonument doch weittragende Folgen. Bei seiner Erbauung stand es außerhalb der Stadtmauer, zwischen dem Friedhof und der beim Peterstor nach Süden führenden Straße, also abseits vom Verkehr und vom Lärm der Stadt, wie es einem Grabmal angemessen erschien. Der große Brand zerstörte den ganzen in dieser Richtung liegenden Stadtteil. Beim Wiederaufbau dachte man natürlich etwas weiter und schuf durch das zerstörte Gebiet eine neue breite Ausfahrtsstraße nach Süden, die heutige Maximilianstraße. Die Stadtmauern hatten ihren Zweck als Verteidigungswerke verloren und fielen. Jetzt stand das Denkmal direkt in der Verlängerung der genannten neuen Straße, für dieselbe ein schöner architektonischer Abschluß.

Doch dieser Zustand war nicht von Dauer. Als im Jahre 1858 die Eisenbahn erbaut wurde, mußte notwendigerweise eine breite Zufahrt vom Bahnhof zur Stadt geschaffen werden und das war gerade die verlängerte Maximilianstraße. Jetzt stand das Kepler-Denkmal mitten im Weg. Nach langen Verhandlungen über diesen Straßenbau kam im Frühjahr 1859 endlich die Einigung zwischen der Kgl. privilegierten bayerischen Ostbahn und dem Staatsministerium des Handels und der öffentlichen Arbeiten zustande. Die Straße wurde durch die Bahnverwaltung gebaut und bei dieser Gelegenheit das Denkmal weiter westlich auf seinen jetzigen Platz verlegt. Die nötigen Anlagen um dasselbe wurden erneuert.

In den kommenden Jahrzehnten geriet das Regensburger Denkmal etwas in Verfall. Der ganze Bau war schadhaft geworden; sogar die Marmorbüste war beschädigt; die Anlagen waren verwildert. Mit einem Kostenaufwand von etwa 2000 Mark erfolgten im Jahre 1906 durch die Stadt die nötigen Ausbesserungen. Wegen der gärtnerischen Anlagen erhob sich damals eine längere Zeitungsfehde. Die einen wollten den Charakter als *G r a b m a l* erhalten wissen und forderten darum die Anpflanzung von Trauerbäumen wie es ehemals gewesen war; die anderen entschieden sich mehr für ein *D e n k m a l*, das mit dem alten Grab nichts mehr zu tun hatte und darum eine freiere Lage haben mußte. Nach dem jetzigen Aussehen zu schließen, haben die letzteren recht behalten.

Im Jahre 1925 wurde das Denkmal durch die Stadt neuerdings einer durchgreifenden Instandsetzung unterzogen. Da man das Dach diesmal mit Kupfer eindeckte, ist ihm wohl eine längere Lebensdauer beschieden.

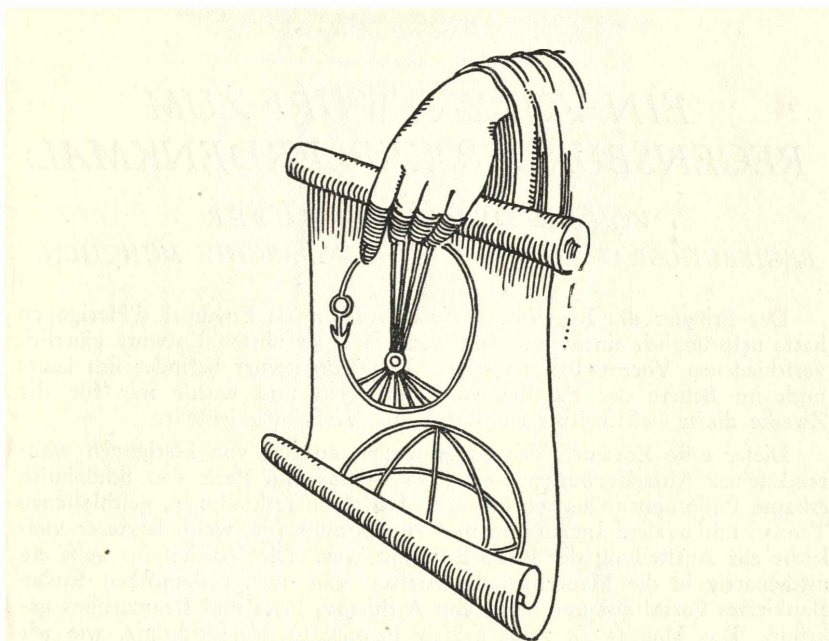
Die erwähnte Entwicklung der Stadt nach Süden hat die Eigenart des Geländes um das Keplerdenkmal völlig geändert. Wo 1808 beschauliche Ruhe herrschte, brandet heute der Verkehr. Noch stehen die beiden alten

Friedhöfe; aber eine Straße hat sie bereits zerfchnitten; ihr Verschwinden ist nur noch eine Frage der Zeit. Wird auch Kepler nochmals weichen müssen? Zum Glück darf man das nicht annehmen. Beim Bau hatte man feinerzeit die Blickrichtung des Denkmals gegen Westen gewählt, weil, wie Placidus Heinrich schreibt, die natürliche Lage, der Zugang zu den Anlagen und die öffentliche Straße dies so erforderte. 1859 bei der Umlegung wurde diese Richtung beibehalten. Nun ist gerade im Westen das Denkmal durch den großen fürstlich Thurn- und Taxis'schen Park auf absehbare Zeit vor jeder Störung geschützt, so daß es trotz der Nähe des Bahnhofverkehrs heute noch eine glückliche und nach der Ansicht vieler eine einzig schöne Lage hat.

Die Blickrichtung des Denkmals umzukehren, also die Front gegen die Bahnhofstraße zu richten, wurde anlässlich der Wiederherstellung im Jahre 1906 angeregt. Der damalige Stadtmagistrat lehnte jedoch in einer Sitzung vom 11. September d. J. diesen Gedanken ausdrücklich ab. Einmal wohl aus finanziellen Gründen: Es hätte nämlich nicht genügt, den Sockel und die Büste zu drehen, man hätte vielmehr die ganze Säulenhalle zu diesem Zweck etwas drehen, also einreißen und neu aufbauen müssen; dann aber auch wohl aus der Erwägung heraus, daß das Monument seiner ganzen Entstehungsgeschichte nach nicht an eine belebte Verkehrsstraße paßt. Man hat sich damit begnügt, den Blick von der Bahnhofstraße gegen das Denkmal freizulegen.

Dem Beispiel Regensburgs, Kepler durch ein Denkmal zu ehren, ist bis jetzt nur eine Stadt gefolgt. In seinem Geburtsort Weilderstadt wurde 1851 der Gedanke angeregt; nach langem Bemühen wurde dort das Denkmal am 24. Juni 1870 eingeweiht. Es ist von dem damaligen Direktor der Nürnberger Kunstschule A. v. Kreling geschaffen. Kepler selbst sitzt auf einem hohen Steinsockel; in den Nischen desselben sehen wir den Reformator der Himmelskunde Kopernikus, Keplers Lehrer in Tübingen Maestlin, den großen Beobachter Tycho Brahe und den Mechaniker und Mathematiker Jobst Bürgi, der zugleich mit Neper die Logarithmen erfand (Tafel XVII.)

Das größte Denkmal aber, das die Zeiten überdauern wird, hat sich Kepler selbst durch sein Werke gesetzt.



Zeichnung zu den beiden ersten Kepler'schen Gefetzen im Relief von Dannecker auf dem Regensburger Denkmal (Tafel XIII).

EIN VORENTWURF ZUM REGENSBURGER KEPLERDENKMAL.

VON DR. HEINRICH HUBER

REGIERUNGSRAT I. KL. AM LANDTAGSARCHIV MÜNCHEN.

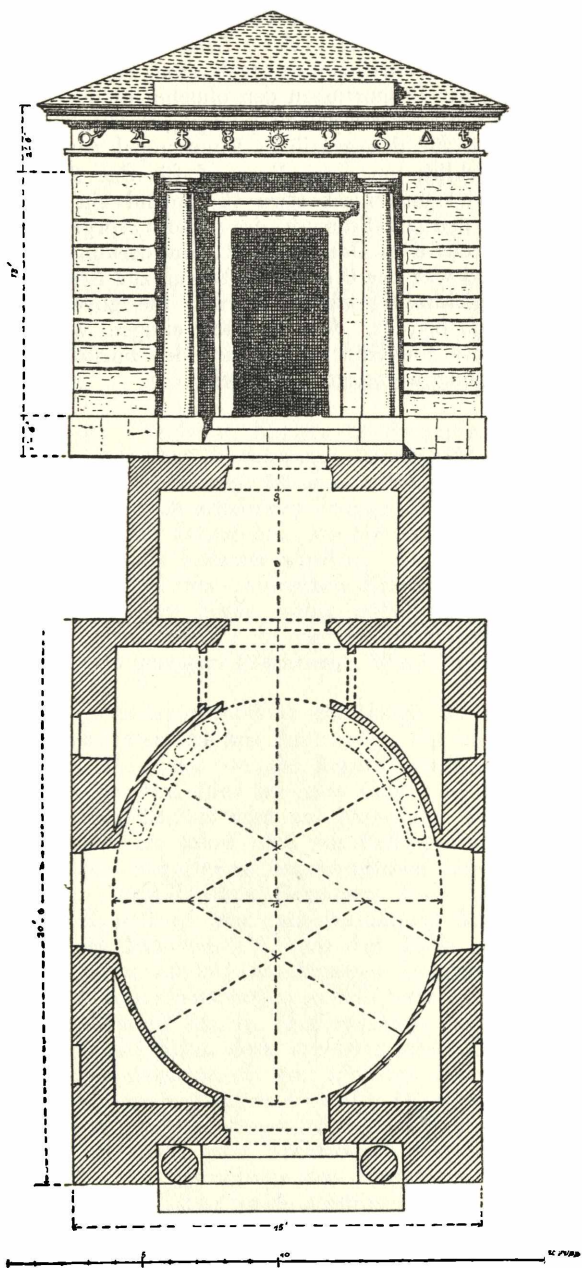
Der Erbauer des Regensburger Keplerdenkmals Emanuel d'Herigoyen hatte ursprünglich einen von dem wirklich ausgeführten Entwurf gänzlich verschiedenen Vorentwurf gefertigt. Der Vorentwurf befindet sich heute noch im Besitze der Familie von Herigoyen und wurde mir für die Zwecke dieser Festschrift freundlichst zur Verfügung gestellt.

Dieser erste Entwurf, der einigermaßen an das von Herigoyen während seiner Aichaffenburg Zeit (1798—1803) im Park von Schönbusch erbaute Philosophenhäuschen erinnert, sah einen rechteckigen, geschlossenen Tempel mit ovalem Innenraum und Annexraum vor, welcher letzterer vielleicht zur Aufstellung der Büste bestimmt war. Die Vorderseite weist ein nischenartig in die Mauerstärke vertieftes, von zwei toskanischen Säulen flankiertes Portal auf und wird von Architrav, Fries und Kranzgesims gekrönt. Das Mauerwerk zeigt kräftig betonte Quaderföchtung, wie wir sie z. B. auch am Erdgeschoß der von Herigoyen entworfenen Fassade des Ministeriums des Äußern in München sehen. Der Fries trägt die Zeichen der damals bekannten Planeten (also ohne Neptun) einschließlich Sonne und Erde. Zwischen den Zeichen für Uranus und Saturn findet sich ein auf der Basis stehendes gleichseitiges Dreieck, welches das uralte Symbol für die Allgegenwart der Gottheit ist, dessen Bedeutung in der heute noch üblichen Darstellung für das Auge Gottes (Auge im Dreieck) bis in die Gegenwart lebendig geblieben ist.

Die vorgesehene Länge des Tempels (ohne Annexraum) betrug 20 Fuß, die Breite 15, die Höhe bis Hauptgesims Oberkante 13 Fuß.

Der Entwurf ist von Herigoyen eigenhändig mit seinem Namen signiert und zwar in der Form d'yrigoien (Vgl. hierüber meinen Aufsatz im „Bayerland“, Jahrgang 1926 S. 147). Rechts unten auf dem Entwurf steht eine eigenhändige, schwer leserliche Randbemerkung des Fürstprimas Dalberg, datiert Regensburg, 2. April 1806.¹ In dieser Randbemerkung

¹ Dalberg schrieb hier verkehrtlich die Jahreszahl 1860 (!). Derartige Versehen finden sich bei dem nicht sehr konzentriert arbeitenden Fürsten häufig. Vgl. hierüber meine Broschüre: Aus den Nachlaßakten des Fürstprimas Karl v. Dalberg (Regensburg 1926) Seite 18 Fußnote 1, Seite 27 Fußnote 2.



erklärt Dalberg die von Herigoyen vorgeschlagenen Maße des Denkmals als zu klein und wünscht eine lichte Länge von 24 und eine lichte Breite von 20 Fuß. Wahrscheinlich ergab dann ein neuer Entwurf, daß eine Vergrößerung der Proportionen den ohnehin in der Erscheinungsform etwas gedrungenen Viereckstempel zu plump gestaltet hätte, so daß man sich an Stelle dessen für den graziöser Rundtempel entschied.

Daß es sich wirklich um einen Entwurf für das Regensburger Keplerdenkmal und nicht etwa für irgend ein anderes Bauwerk handelt, geht aus den als Schmuck des Frieses vorgesehenen Planetenzeichen und ferner aus dem Datum der Randbemerkung Dalbergs hervor. Am 1. Februar 1806 war der öffentliche Aufruf zur Errichtung des Denkmals erfolgt und gleichzeitig wurde offenbar Herigoyen mit der Anfertigung des Entwurfs betraut, den er nach einigen Wochen dem Fürstprimas, der damals souveräner Herrscher des Fürstentums Regensburg war, zur Genehmigung vorgelegt haben wird.

DAS GRAB DER STIEFTOCHTER KEPLERS IN WALDERBACH IN DER OBERPFALZ.

VON DR. HEINRICH HUBER

REGIERUNGSRAT I. KL. AM LANDTAGSARCHIV MÜNCHEN.

Bekanntlich ist die Grabstätte Keplers in Regensburg schon wenige Jahre nach seinem Tode den Zerstörungen des Dreißigjährigen Krieges, der gerade damals vor Regensburgs Mauern wütete, zum Opfer gefallen. Kein Anzeichen in dem noch erhaltenen evangelischen Friedhof St. Peter in Regensburg deutet heute darauf hin, wo die sterblichen Reste des Unsterblichen zur ewigen Ruhe bestattet wurden. Auch die Grabstätten seiner beiden Gattinnen und seiner zahlreichen Kinder sind längst verschollen. Dagegen hat sich, was bisher völlig unbekannt war, das Grab der Stieftochter Keplers in der Oberpfalz und zwar in der berühmten Kloster- und jetzigen Pfarrkirche Walderbach am Regen erhalten.

Kepler hatte im Jahre 1597 in Graz eine junge Witwe, Barbara Müller von Mühlegg, geheiratet, die aus ihrer ersten Ehe mit einem gewissen Lorentz eine Tochter Regina — „die Regler!“ nennt sie einmal Kepler in einem Brief vom 30. Mai 1601 an seine Gattin — mitbrachte. Wir wissen aus einem Briefe Keplers vom 10. November 1608 an Fabricius, daß sich Regina Lorentz im Jahre 1608 mit Philipp Ehem verheiratete. Philipp Ehem, aus dem vornehmen Augsburgerischen Geschlecht der Ehem stammend, Sohn des kurpfälzischen Geheimen Rates und Großkanzlers Christoph Ehem zu Heidelberg, war nach Beendigung seiner akademischen Studien von Kurfürst Friedrich IV. von der Pfalz als kurfürstlicher „Agent“ am Kaiserlichen Hofe (nach heutigen Begriffen also etwa als Bevollmächtigter und Korrespondent) angestellt worden. Da der damalige deutsche Kaiser, Rudolf II., in Prag residierte, kann mit Sicherheit angenommen werden, daß Ehem dort, am Orte seiner dienstlichen Tätigkeit, der Familie Kepler nahetrat, die von 1600 bis 1612 ebenfalls in Prag lebte. Nach dem Tode des Kurfürsten Friedrich IV. von der Pfalz (1610) kam Philipp Ehem in kurpfalz-bayerischen Diensten als Pfleger nach Pfaffenhofen bei Kastl (jetzt Bezirksamts Neumarkt i. Opf.) und im Jahre 1617 als Richter des infolge der Einführung der Reformation aufgehobenen Klosters Walderbach dorthin.

Regina Ehem, von der sich ein Brief aus Pfaffenhofen vom September 1612 an ihren Stiefvater wegen seiner beabsichtigten zweiten Ehe erhalten

hat, starb im September 1617 zu Walderbach im Alter von 27 Jahren und wurde — entsprechend einem herkömmlichen Vorrecht der Klosterbeamten — in der Walderbacher Klosterkirche bestattet. Ihr Stiefvater Kepler reifte aus diesem Anlaß von Linz, wo er damals als Lehrer der Mathematik am ständisch-protestantischen Gymnasium angestellt war, über Passau und Regensburg nach Walderbach und brachte seine älteste, damals fünfzehnjährige Tochter Susanna zur Fortführung des verwaisten Haushaltes dorthin, wie es sein Schwiegersohn Ehem dringend gewünscht hatte.

Die Grabplatte für „Regina Ehemia“, Gattin des „Philippus Praefectus Walderbacensis“ ist aus Sandstein und befindet sich, schon sehr abgetreten, im Plattenboden des Presbyteriums der Pfarrkirche, unmittelbar an der Nordwand. Es darf wohl angenommen werden, daß die sterblichen Überreste der Stieftochter Keplers noch unter der Grabplatte ruhen. In den „Kunstdenkmälern Bayerns“, Heft Roding, wird die Grabplatte zwar erwähnt, doch ist es dem Bearbeiter entgangen, um welche bedeutungsvolle Grabstätte es sich hier handelt; vielmehr werden dort irrümlich die Namen Regina Ehemia als die Vornamen der Verstorbenen angesehen und ihr, bezw. ihres Gatten Familienname als „nicht genannt“ bezeichnet.

Im Jahre 1619 oder 1620 verehelichte sich Philipp Ehem nochmals und zwar mit der verwitweten Tochter Magdalena des Cäsar Calandrini in Nürnberg, welche in erster Ehe mit Scipio Gentilis*), Consiliarius der Stadt Nürnberg und Professor primarius zu Altdorf verheiratet gewesen war.

Einige Jahre später, im Jahre 1625, mußte Ehem Walderbach verlassen, da nach der Schlacht am Weißen Berge (1620), in der der Landesherr der Oberpfalz, Kurfürst Friedrich V. von der Pfalz, seinem Vetter, dem Herzog Maximilian I. von Bayern unterlag, die Oberpfalz von Maximilian besetzt, in Verwaltung genommen und gewaltfam dem Katholizismus zugeführt wurde. Ehem zog sich, aller Einkünfte beraubt, mit seiner Familie zu dem Vater seiner zweiten Gattin, Cäsar Calandrini, nach Schwabach zurück. Seine weiteren Lebensschicksale sind nicht bekannt.

In tiefer Ergriffenheit stehen wir in der feierlichen Dämmerung des mittelalterlichen Gotteshauses zu Walderbach an derselben Stelle, an der vor mehr als 300 Jahren schon Johannes Kepler in Trauer gestanden ist, vor der unscheinbaren Grabplatte mit den sterblichen Überresten der jungen, blühenden Frau, in deren Adern zwar kein Keplerblut rollte, die dem Geistesgewaltigen aber in kindlicher Verehrung nahesteht durfte, und die — in ihren ruhelosen Lebensschicksalen nicht unähnlich dem großen Manne selbst — fern von ihrer bergumkränzten Heimat in der grünen Steiermark, fern auch von den vertrauten Stätten ihrer Jugend in der goldenen Kaiserstadt Prag, in dem weltfernen oberpfälzischen Dörflein am Regen ihre letzte Ruhestätte gefunden hat, nur ein paar Meilen von der Stadt entfernt, in der dreizehn Jahre später Johannes Kepler selbst in geweihter Erde zur ewigen Ruhe gelegt wurde.

(Quellen: Staatsarchiv Amberg. Subdelegierte Registratur Nr. 1228; Geistliche Sachen Nr. 5610—5613.)

*) Über Gentilis f. Allg. Deutsche Biographie 8, 576.

*WISSENSCHAFTLICHE
ABHANDLUNGEN*

KEPLERS WIRKEN, ERKENNTNISTHEORETISCH BETRACHTET.

VON PROF. DR. E. ANDING, DIREKTOR DER STERNWARTE
GOTHA.

EINLEITUNG.

1. Regensburg und die Walhalla.

Wie man von einer Ironie der Geschichte spricht, so kann man auch von einer Symbolik des Weltgeschehens reden. Sie ist das ernste Gegenstück der Ironie und sie regt an zur Selbstbelehrung und spendet Befriedigung.

Genau zweihundert Jahre später, nachdem Kepler sein Erdenwallen und seine Durchmessung der Himmelsräume in Regensburg hatte abschließen müssen, wurde in der landschaftlichen Umrahmung eben dieser Stadt der Grundstein gelegt zu dem Ehrentempel Deutschen Heldentums und Deutscher Geistesgröße, den ein großer König seinen größten Volksgenossen errichtete.

Zur Walhalla gehört die Natur, in welche sie gesetzt worden ist: der germanische Wald, durch welchen der Hauch Wotans weht, wie vor zweitausend Jahren. Drinnen aber in der Halle wirken erschütternd die in glänzenden Buchstaben prangenden Namen, zu denen kein Bild da ist, zu deren Zeiten vielleicht das geschriebene Wort noch nicht bestand. Aber doch hat nur dieses eine Nachbarvolk der Römer verstanden, seine Freiheit zu wahren.

2. Die Griechen und Ptolemaeus.

In diesen ältesten Zeiten, zu denen die Walhalla hinaufreicht, gehörte das Volk der Griechen, das mit dem Deutschen eine so nahe geistige Verwandtschaft aufweist, schon der Vergangenheit an. Ihnen gebührte das Verdienst, während ihres politischen Aufstiegs, dann in der Heldenzeit der Perferkriege und in der höchsten Blütezeit der Dichtung, der bildenden Künste und der Geisteswissenschaften zuerst ein Verständnis der Himmelserscheinungen angestrebt zu haben, zunächst auf *spekulativem* Wege.

Genauere Umriffe aber nahmen die Erkenntnisse an, als Hipparch von Nicaea, den man als den größten der griechischen Astronomen zu bezeichnen pflegt und der von 190 bis 125 v. Chr. gelebt haben mag, mit dem mathematischen Gedanken die Empirie verband, also die zahlenmäßige Messung am Himmel (sog. „Beobachtung“). Er erforschte die Sonnen- und die Mondbahn und wendete dabei als erster (außer dem exzentrischen Kreis) die viel besprochene Epizyklen­theorie an, welche von dem bekannten Mathematiker Apollonius von Perge dazu vorge­schlagen worden war, der 250 · 190 v. Chr. lebte, also zu einer Zeit, als die griechischen Stämme infolge innerer Uneinigkeit längst in politische Bedeutungslosigkeit verfunken waren und ihre Freiheit verloren hatten, während indessen die Kraft griechischen Geistes in den Wissenschaften außerhalb des mütterländischen Bodens weiter sprudelte.

So hat denn Claudius Ptolemaeus, der um 140 oder 150 nach Chr. in Alexandrien tätig war, die Theorie der Epizyklen auch auf die Planeten Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn angewandt, nicht bloß, um deren Bewegungen zu verstehen, sondern auch, um sie vorausberechnen zu können. Er hat also, astronomisch gesprochen, zuerst Planetentafeln hergestellt.

ERSTER TEIL:

DIE EINHEIT DER VOR-KEPLER'SCHEN ASTRONOMIE.

1. Bis zu Kopernikus.

Bei den Arabern, die im Mittelalter das Erbe der astronomischen Kultur Griechenlands übernahmen und weiterzuführen verstanden, fand auch das Ptolemaeische Welt­system seine Stätte. Al-Battani (gest. 928) konstruierte, nachdem er für einige konstante Größen neue, bessere Werte gefunden hatte, neue Planetentafeln, die später, 1537, auch im Druck erschienen sind.

Auch die im dreizehnten Jahrhundert unter arabischer Mitwirkung entstandenen Tafeln des Königs Alfons von Kastilien seien erwähnt, welche mit Epizyklen besonders reich ausgestattet waren.

Auf deutschem Boden ist Peurbach als der Vater der Astronomie zu erachten, wenn auch nicht eigentlich im Sinne des Ptolemaeus wirkend; aber der große Regiomontanus (geb. 1436) war auf dem besten Wege, eine neue Herausgabe der Syntaxis des Ptolemaeus durchzuführen, und ließ 1473 einen auf verbesserten Tafeln beruhenden „Almanach auf 32 Jahre“ (1475 · 1506) erscheinen, eine Ephemeriden­sammlung, die für den Gebrauch bequemer war als frühere und für die Seefahrt von Bedeutung geworden ist. Er starb jedoch schon 1476.

So steht denn das Hauptwerk des Kopernikus, welches 1543 in dessen Todesjahr erschien, ziemlich im Anfang der Geschichte der Astronomie Deutschlands. Das Werk war eine Geistesleistung und eine Tat. Und so spricht man von einem Ptolemaeischen und einem Kopernikanischen Welt­system, oder wuchtiger ausgedrückt: von einer geozentrischen und einer heliozentrischen Weltanschauung.

2. Die Epizyklen.

Die erwähnte allgemein gebräuchliche Ausdrucksweise trifft jedoch nur den äußeren Anblick. Das Innere des Vorgangs, nämlich das Rechenungsverfahren, ist bei Kopernikus und bei Ptolemaeus im Prinzip das gleiche und beruht eben auf den Epizyklen.

Bei Ptolemaeus liegt etwas exzentrisch gegen die Erde selbst der Mittelpunkt eines Hauptkreises, den wir hier als den Deferenten bezeichnen wollen und auf dessen Peripherie sich ein Punkt mit gleichförmiger Geschwindigkeit bewegt, der nun selbst wieder den Mittelpunkt eines kleineren Kreises bedeutet, des Epizykels. Auf dieser Peripherie, dem Epizykel also, bewegt sich mit gleichförmiger Geschwindigkeit entweder, wie bei Ptolemaeus, der Planet selbst, oder aber, wie bei seinen Nachfolgern, der Mittelpunkt eines zweiten Epizykels usw. bis zur Erreichung der gewünschten Genauigkeit.

Entsprechend verfährt auch Kopernikus, nur daß er von der Sonne ausgeht.

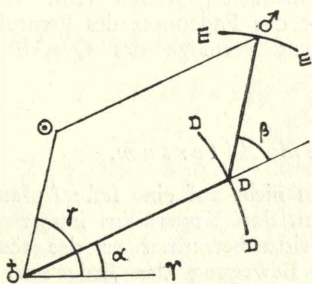
Könnte wirklich eine genaue Darstellung der Erscheinungen erzielt werden, so war gegen die Vorstellung vom Standpunkte der damaligen Mechanik nichts einzuwenden. Den vollen Anschluß ist man aber schuldig geblieben. — Als ein verjüngtes Ebenbild der Epizyklen könnte man die Fourier'schen Reihen ansehen, wobei die Darstellung der Funktion eine strenge ist, aber die einzelnen Glieder nicht voneinander unabhängig sind, wie bei der primitiven Behandlung mit Epizyklen.

3. Zwei Arten ihrer Anordnung.

Es ist nun interessant, zu sehen, wie nahe man im Altertum an der Kopernikanischen Auffassung vorbeigegangen ist.

Wir lassen gleichbleibendes weg, indem wir die Erde selbst zum Ausgangspunkt machen und uns auch mit dem ersten Epizykel begnügen. Dann haben die zwei stark ausgezogenen Linien der Figur 1 den Radius des Deferenten und den des Epizykels zu bedeuten und es ist die Diagonale $\odot\sigma'$ die beobachtete Visur und der gebrochene Zug $\odot D\sigma'$ deren Erklärung.

Fig. 1



	Tägliche Zunahmen		
der Winkel	α	β	$\gamma = \alpha + \beta$
für			
Mars = σ'	$0^{\circ} 31'$	$0^{\circ} 28'$	$0^{\circ} 59'$
Jupiter	0 5	0 54	0 59
Saturn	0 2	0 57	0 59

Nun hätte man nur die banale Bemerkung zu machen brauchen, daß man im Parallelogramm auch den zweiten Weg gehen konnte, um denselben Endpunkt zu erreichen. Damit wäre man aber jedesmal über die Sonne geführt worden, was sich oben durch die letzte Kolumne ausgesprochen hätte; und damit hätte man ohne weiteres das Tycho'nische Weltfyftem gehabt.

Von hier bis zum Kopernikanischen System war aber nur noch ein Schritt. Denn es hätten 3 Reihen von Konfigurationen vorgelegen: $\delta \odot$ Mars, $\delta \odot$ Jupiter, $\delta \odot$ Saturn, und man hätte sich nur noch zu entschließen brauchen, ob man sie durch Aufeinanderlegen aller Punkte δ oder aller Punkte \odot zu einem Gesamtbild hätte vereinigen sollen. Der bloße Anblick hätte für das letztere entschieden.

Es ist den Alten dabei zugute zu halten, daß sie ihre Winkel, z. B. β , auf Linien der Figur und nicht auf die feste Richtung nach dem Widderpunkt bezogen; und, was noch mehr befagen will, daß sie den Radius des Deferenten und des Epizykels nicht linear angaben, sondern nur deren Verhältnis, weil überhaupt ihre Vorstellungen über die räumlichen Entfernungen sehr unsicher waren; es blieb ihnen deshalb verschlossen, daß der erste Epizykel in allen 3 Planetenbahnen die gleiche Radius-Länge hat (= $\odot \delta$).

Schwerer zu verstehen ist, daß sie durch Merkur und Venus nicht zum Tycho'nischen System geführt wurden, obgleich hier umgekehrt der Radius des Deferenten mit dem der Sonnenbahn, der Radius des ersten Epizykels mit dem der heliozentrischen Planetenbahn in der Hauptfache zusammenfällt.

Mit dem Hinweis auf das „nahe Vorbeigehen“ soll keineswegs ein Vorwurf ausgesprochen werden. Wer das will, braucht nicht auf so entlegene Zeiten zurückzugehen. Wenn ich einem wissenschaftlich gebildeten Manne die Einrichtungen der Sternwarte Gotha zu erklären habe, so pflege ich beim Meridiankreis auf die seitlich an der Wand befindliche Lampe und auf das durchsichtige Spiegelchen hinzuweisen, das man auf das Okular des vertikal gestellten Fernrohrs setzt, und auf den Quecksilber-Horizont im Nadir, und dann hinzuzufügen: „Mit dieser Einrichtung haben die Astronomen die Vertikalstellung des Fernrohrs geprüft, um die Abweichung auszumessen, fünfzehn Jahre lang, bevor der obere Teil der Einrichtung von Helmholtz unter dem Namen des Augenspiegels neu erfunden wurde, der doch am Denkmal im Garten der Berliner Universität als eine der größten Wohltaten für die Menschheit gepriesen wird. Noch mehr: der menschlichen Netzhaut entspricht das Fadennetz des Fernrohrs, aber der Astronom sieht seinem Instrument vermöge des Quecksilberspiegels noch durch die Seele hindurch.“

4. Nachklänge aus dem Altertum.

Es wurde erwähnt, daß man Drehungen nicht auf eine feste Anfangsrichtung bezog. Damit hängt es zusammen, daß Kopernikus immer von drei Bewegungen der Erde spricht: als dritte betrachtet er das räumliche Parallelbleiben der Erdoberfläche bei der Bewegung der Erde um die

Sonne, indem er hierin eine konische Drehung gegen die Verbindungslinie Sonne, Erde sieht.

Eine zweite Bemerkung: Die Theorie der absoluten Störungen geht immer darauf hinaus, die Koordinaten der Himmelskörper durch eine Menge additiv miteinander verbundener Glieder darzustellen, sozusagen Elementarepizyklen, die man als „Ungleichheiten“ zu bezeichnen pflegt. Wenn das beim heutigen Stande der Wissenschaft auch kaum anders möglich ist, so kann man sich doch vorstellen, daß dies nicht immer so bleiben wird. Führt doch das Problem der zwei festen Zentren auf elliptische Funktionen und diese lassen sich bekanntlich durch Quotienten von zwei Reihen ausdrücken, von denen jede äußerst rasch konvergiert, während die Entwicklung des Quotienten in eine einzige Reihe unvergleichlich langsamer konvergiert.

5. Kepler.

Keplers Forschungsgang, in der Durchführung notwendigerweise so kompliziert, ist im Prinzip so klar, daß er mit wenigen Strichen zu zeichnen ist.

Er verschaffte sich zunächst in den Räumen des Planetensystems eine Basis, wie der Geodät sagen würde. Da man nämlich die Umlaufzeit des Mars hinreichend genau kannte, so brauchte er aus Tychos Beobachtungen nur solche auszuwählen, die zu einer und derselben Umlaufphase des Mars gehörten; somit ergab sich Größe und Richtung einer Reihe von Strecken Sonne, Erde, und zwar bezogen auf jenen Radius vector Sonne, Mars als Basis. Aus der so konstruierten Erdbahn las Kepler den Flächenatz ab.

Nunmehr aber war eine ganze Reihe von Basisstrecken Sonne, Erde vorhanden, und es gaben jetzt irgendwelche Beobachtungen des Mars Auskunft über die Gestalt seiner Bahn. So folgte der Satz von der Ellipse.

Auf andere Planeten angewandt ergaben sich jetzt gute Vorstellungen überhaupt über die Entfernungen im Sonnensystem.

Statt der früheren Auffassung der Planetenbewegungen, die vergleichsweise den Eindruck der Zerrissenheit machte, erschien jetzt eine Erklärung in geschlossener Form. Beide Gesetze vereinigen sich in die „Kepler'sche Gleichung“, deren man sich bedienen wird, solange Menschen den Planetenlauf vorausberechnen werden.

ZWEITER TEIL:

KEPLER UND DIE MECHANIK DER NEUZEIT.

1. Kirchhoffs Formulierung der Aufgabe der Mechanik.

Zu Keplers Zeiten existierte eine rationelle Mechanik noch nicht. Es galt noch aus der Aristotelischen Philosophie der Grundsatz, daß die Kreisbewegung die vollkommenste Bewegung sei. — Aber die Kepler'schen Gesetze fügten sich zwanglos in die später erst geborene Mechanik ein, was jetzt zu erläutern ist.

Wir gehen aus von Kirchhoffs Formulierung der Aufgabe der Mechanik¹⁾: „die in der Natur vor sich gehenden Bewegungen vollständig und auf die einfachste Weise zu beschreiben.“

Das Wort „beschreiben“ hat bei den Zeitgenossen Befremden und Widerspruch hervorgerufen, weil man gewohnt war zu fordern, daß die Mechanik aus den Kräften als Urfachen die Bewegungen erklären oder entwickeln folle. Geschichtlich ist man in der allgemeinen Behandlung von Kräftekatégorien von der Erfahrung ausgegangen und hat den Begriff der Urfache, der zunächst vag ist, erst präzisiert. Dieses Geständnis liegt in Kirchhoffs Fassung, und er macht von seiner Forderung den rigorosen Gebrauch, gleich in der zweiten Vorlesung die Bewegung eines Punktesystems mit Bedingungen durch die Lagrange'schen Differentialgleichungen (erster Form) zu definieren. Das mag wenig didaktisch sein, ist aber streng zulässig, weil in einem mathematischen Gebäude jede Stelle zum Axiom und zum Ausgangspunkt gemacht werden darf.

2. Mangel dieser Formulierung. Ergänzung des Mangels.

Daß die Beschreibung, oder sagen wir: die formelmäßige Darstellung der Bewegungen, eine vollständige sei, ist notwendig, weil Ausnahmen dem Begriff der Darstellung widersprechen würden.

Aber ich beanstande den Ausdruck: „auf die einfachste Weise“. Darin liegt weder eine Festlegung logischer Art, noch eine zahlenmäßige Qualifikation. Im Gegenteil: ob eine Erklärung mehr oder weniger einfach sei, ist ein subjektives Urteil, welches durch Willkür und persönlichen Geschmack beeinflusst sein kann, also durch das, was wir als „zufällige Umstände“ bezeichnen.

Wir formulieren daher die Forderung so, daß die mathematische Darstellung auf der kleinsten Anzahl von konstanten Größen beruhen müsse.

Das ist ein zahlenmäßiger Anspruch. — Damit ist zugleich nahegelegt, die Mechanik auf Differentialgleichungen zweiter Ordnung aufzubauen, mit anderen Worten: „Kräfte“ ausfindig zu machen und zu präzisieren. Denn dann ist die Anzahl der Konstanten als Integrationskonstanten streng vorgezeichnet und zwar zugleich als die kleinste Anzahl, die zur allgemeinen Darstellung erforderlich ist.

3. Interpolationsformel und Erkenntnis.

Die Forderung, daß unter zwei Darstellungen diejenige vorzuziehen sei, welche auf der kleineren Anzahl konstanter Größen beruht, braucht nicht auf die Mechanik beschränkt zu werden und kann als ein allgemeines Prinzip der Naturerklärung ausgesprochen werden.

Denn die kleinste mit derselben Genauigkeit dem Naturverlauf Genüge leistende Anzahl von Konstanten wird man als die notwendige Anzahl bezeichnen dürfen, und eine Darstellung mit einer überschüssigen Anzahl von Konstanten sinkt herab auf den Rang einer Interpolationsformel.

¹⁾ Vorlesungen über mathematische Physik. Mechanik. Berlin 1876.

Dieser Begriff und die Unterscheidung zwischen Interpolationsformel und Erkenntnis läßt sich mithin zahlenmäßig fixieren; und das ist willkommen, weil die Frage: was ist Wahrheit? im Naturerkennen nicht immer a priori entschieden werden kann, wie am grünen Tisch der Logik.

Speziell in der Mechanik läßt sich aber die Tragweite der Forderung noch wesentlich vergrößern, wenn man sie nicht bloß auf Integrationskonstanten bezieht, sondern auch auf Konstanten, die schon im Problem liegen, wie Massen, Bezugssystem, Zeitskala. Man kann dann sprechen von Konstanten der Problemstellung und Konstanten der Lösung.

4. Anwendung auf Kepler.

Sahen wir früher, daß Keplers Auffassung und Ergebnisse der ganzen vor-Kepler'schen Astronomie wesensfremd sind, so folgt jetzt, daß sie im vollsten Einklang stehen mit der späteren rationalen Mechanik.

Denn das erste Gesetz führt 5 Konstanten ein, die auf der Geometrie der Ellipse beruhen: Halbachse, Exzentrizität, Perihel, Knoten und Neigung. Das zweite Gesetz besagt, in welcher Weise die verschiedenen Teile der Bahn mit verschiedenen Geschwindigkeiten durchlaufen werden, wozu 2 Konstanten nötig sein würden: die mittlere Geschwindigkeit und der Zeitpunkt des Periheldurchganges.

Somit käme man auf 7 Elemente, was aber im Widerspruch damit stehen würde, daß eine Planetenbewegung dem Newton'schen Gesetz, also 3 Differentialgleichungen zweiter Ordnung, Genüge leistet, denen nur 6 Konstanten zukommen. Es liegt eine bewundernswürdige Divination vor, daß Kepler nach einer Relation zwischen einer räumlichen und einer zeitlichen Konstante suchte und nicht eher ruhte, als bis er sie tatsächlich in seinem dritten Gesetze fand, durch welches die Zahl der Elemente in der Tat auf 6 reduziert wird, mehr als 60 Jahre vor Newtons Entdeckung.

5. Vom dritten Kepler'schen zum Newton'schen Gesetz.

Es liegt die Frage nahe, ob Kepler das Newton'sche Gesetz gekannt hat oder doch in Aussicht gehabt hat. Denn vom dritten Kepler'schen Gesetz

$$\left(\frac{2\pi}{T}\right)^3 \cdot a^3 = k^2,$$

wo k^2 eine Konstante des Planetensystems bedeutet, ist bis zum Newton'schen Gesetz

$$G = \frac{k^2}{a^2}$$

nur ein Schritt, wenn man, zunächst in der Kreisbewegung, aus dem Kepler'schen Gesetz die Umlaufzeit T vermöge des Ausdrucks für die Zentrifugalkraft

$$G = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \cdot a$$

eliminiert — oder auch, was zu Keplers Zeit vielleicht näher lag, wenn man im Kepler'schen Gesetz statt T vermöge $T \cdot s = 2\pi \cdot a$ die in der

ersten Zeiteinheit durchlaufene Sehne s einführte, statt dieser vermöge $s^2 = 2a \cdot b$ (mit Weglassung 2. Ordnung) die Pfeilhöhe b einführte, und dann vermöge des Fallgesetzes

$$b = \frac{1}{2} G$$

auf die Konstante G der planetaren Fallbewegung übergang.

Wenn auch Kepler, schon in der „Astronomia nova“, von einer anziehenden Kraft spricht, die von der Sonne ausgeht, und wenn er sogar diese Kraft mit $1 : r^2$ präzisiert, so geht doch aus dem schönen, offenbar auf Quellenstudien beruhenden Aufsatz des Herrn Prof. Stöckl²⁾ hervor, daß die Vorstellung getrübt ist durch die Vermutung eines vermeintlichen Nachziehens der Planeten, welches durch die rotierende Sonne ausgeübt würde.

So wollen wir denn die Frage hier nicht weiter betrachten. Hat doch auch das Schicksal die zwölf Lebensjahre von der Entdeckung des dritten Gesetzes bis zu Keplers Tode anderweitig verbraucht. Den Begriff der Fernwirkung jedenfalls hat er zum ersten Male, und zwar in voller Deutlichkeit, ausgesprochen.

Newton war der Begründer der Störungstheorie und sein Gesetz hätte zu Keplers Zeit wenig Zweck gehabt, da die höhere Analysis noch nicht erfunden war.

Gauß aber hat die „Theoria motus“ auf die Kepler'schen Gesetze aufgebaut. Die Beschreibung einer Planetenbewegung durch diese Gesetze, um auf den Anfang zurückzukommen, ist vollständig und sie beruht auf der kleinsten Anzahl konstanter Größen.

DRITTER TEIL:

BETRACHTUNGEN ÜBER DEN FLÄCHENSATZ.

1. Der Flächensatz selbst.

Es gibt in der Mathematik und der Physik Sätze, die himmelgeboren sind, wie eine Mozart'sche Melodie. Solche sind die Jacobi'schen Theta-Reihen, das Abel'sche Theorem, der Satz von der Erhaltung der Energie — und eben der Flächensatz.

Beim Gesetz von der Erhaltung der Energie ist das wesentliche die Mannigfaltigkeit der Kräfte und der Erscheinungsformen der Energie, die alle unter ein Gesetz vereinigt werden —, beim Flächensatz ist es das Gegenteil, nämlich die Reinheit, mit welcher eine gewisse Funktion räumlicher Bewegungen und Massen, also eine Erscheinungsform selbst, invariant bleibt inmitten der Wandlungen der Energieform, von denen der Naturvorgang begleitet ist.

In den Zeiten des Überdhwangs der Freude über die nicht geahnte Allgemeinheit des Energiegesetzes ist dieser Satz sowohl als Erkenntnisgrund bei wirklichen Problemen wie auch als ein bequemes Hilfsmittel bei einfachen Beweisführungen, z. B. in Lehrbüchern, gern angewandt worden.

²⁾ Johannes Keplers historische Bedeutung. Zeitschrift „Die Sterne“, 1930, S. 159 fgde.

Der Flächenfatz wird noch nicht in der gleichen Häufigkeit angewendet, obgleich er Erkenntnisgründe darbieten kann, ohne daß man nötig hätte, die Bewegungsvorgänge in allen ihren Einzelheiten bloßzulegen.

Die imponante Allgemeinheit des Flächenfatzes ist zuerst von L a p l a c e erkannt und gepriesen worden.³⁾ Der Satz ist unabhängig vom Aggregatzustand der einzelnen Teile, aus welchen das betrachtete Massensystem besteht, unabhängig von der Art der Kräfte, mit denen die einzelnen Massenteile aufeinander wirken, unabhängig von inneren Stößen und mithin auch, was sehr wichtig ist, von R e i b u n g, unabhängig auch von Explosionen und überhaupt von Momentanvorgängen. Bedingung ist nur, daß ä u ß e r e Kräfte nicht auf das Massensystem einwirken.

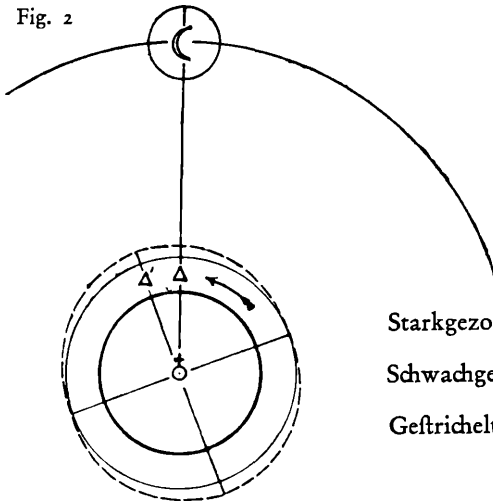
Diese Bedingung ersetzen wir jedoch lieber durch die Forderung, in einem solchen Fall die äußeren Massen in das Problem aufzunehmen.

Der Erste aber, der gerade auf die Flächengröße den genialen Blick richtete, war K e p l e r.

2. Die Endwirkung der Gezeitenreibung.

Das Ergebnis dieses Artikels ist fachlich wohlbekannt, besonders durch die weitgehenden Untersuchungen von G e o r g e D a r w i n. Er hat vielmehr den Zweck, die Kraft der Beweisführung durch den Flächenfatz zu illustrieren.

Fig. 2



- Starkgezogener Kreis
= Meeressboden,
- Schwachgezogener Kreis
= Niveau der Ebbe,
- Geftrichelte Figur
= Flutberge.

Den Mond denken wir uns für den nächsten Zweck als feststehend, die Erde im Sinne des Pfeiles rotierend.

³⁾ Man vergl. Mécanique céleste livre 3. art. 21, Absatz „Considérons donc... dernière somme“, livre 5, art. 12, vier erste Absätze und letzter Absatz „Nous avons fait... de la terre“.

Würde nun die Erdrinde reibungslos an der Wasserhülle vorbeigleiten, so würde der Flutberg immer an der Stelle Δ bleiben, also auf der Verbindungslinie zwischen dem Zentrum der Erde und des Mondes.

Das Vorbeigleiten dürfen wir uns aber nicht so vorstellen, als ob die materiellen Wasserteilchen immer an derselben räumlichen Stelle blieben, denn dann müßten sie entlang der Erdoberfläche mit einer Geschwindigkeit, die der Erdrotation gleich wäre, der Rotationsbewegung der Erde relativ entgegenlaufen.

Aber wir dürfen sie uns so vorstellen, daß die einzelnen vertikalen Wasserfäulen unter Verkleinerung (Vergrößerung) des horizontalen Querschnitts sich in dem Maße strecken (verkürzen), daß durch diese Vertikalverschiebung der Teilchen die dem betreffenden Punkt der Erdoberfläche zukommende Lage der Wasseroberfläche zustande kommt — wobei die Säulchen auch eine horizontale Bewegung machen, nämlich die, welche als Integral der Zusammenziehungen (Erweiterungen) der Querschnitte entsteht.

Das alles kann nur dann zustande kommen, wenn unter dem Flutberg ein möglichst tiefes Meer an den lokalen Horizontal- und Vertikalbewegungen teilnimmt.

Die einzelnen Wasserteilchen werden dabei Schwingungen ausführen, die am Meeresboden in reine Horizontalbewegungen degenerieren.

Welches nun die Bewegung des einzelnen Wasserteilchens auch sei: wenn der geometrische Flutberg um die für den Augenblick als ruhend gedachte Erde in westlicher Richtung wandert, so kann sich diese Wanderung der Figur nicht anders vollziehen, als daß die westlich gerichteten Wassertransporte die östlichen um so viel überwiegen, wie es eben die geometrische Figur bedingt.

Es muß mithin ein relativ zur Erde westlich gerichteter Wassertransport als Resultat übrig bleiben, und dieser muß auf den festen Erdkörper mit einer Reibung einwirken, welche der Rotation desselben entgegen gerichtet ist. Umgekehrt auf den Flutberg wirkt eine nach Osten gerichtete Kraft, die Reibung an der rotierenden Erde.

Deshalb kann der Flutberg seinen höchsten Punkt nicht in Δ haben auf der Verbindungslinie zwischen Erdzentrum und Mond. Denn zu Δ sind die vom Mond ausgehenden Attraktionskräfte symmetrisch, und da zu diesen die eben erwähnten einseitig in der Richtung $\Delta\Delta'$ wirkenden Reibungskräfte hinzutreten, so wird sich eine Gleichgewichtsfigur herausbilden, deren höchster Punkt östlich von Δ , etwa in Δ' , liegen muß.

Da die Reibung dem Flutberg eine seitliche Lage gibt und die seitliche Lage eine Verspätung der Flut (gegen den Meridiandurchgang des Mondes) bedeutet, so kann man sagen, die Reibung äußere sich in einer Verspätung der Flut. In welcher Weise sie ein Maß dafür ist, läßt sich ohne Eingehen auf Einzelvorstellungen nicht angeben.

Aber das ist sicher, daß, wie bei jeder Reibung, eine Zeit kommen wird, wo der Bewegungsunterschied (zwischen Mondumlauf und Erdrotation) gänzlich in Wärme übergegangen ist und mithin mechanisch nicht mehr existiert: die Fig. 2 verhält sich dann wie ein starres Gebilde, nur daß der Höhepunkt des Flutberges dann über Δ liegt.

Wir machen nun den Schwerpunkt des Systems Erde, Mond zum Anfangspunkt eines Koordinatensystems, nennen x_i, y_i die Koordinaten irgend eines Punktes der Erde (fest oder flüchtig) und setzen

$$x_i = x_1 + x'_i \qquad y_i = y_1 + y'_i,$$

dann ist die Flächengröße der Erde, bezogen auf jenen Anfangspunkt:

$$F_1 = \sum m_i \left(x_1 \frac{dy_1}{dt} - y_1 \frac{dx_1}{dt} \right) + \sum m_i \left(x_1 \frac{dy'_i}{dt} - y_1 \frac{dx'_i}{dt} \right) \\ + \sum m_i \left(x'_i \frac{dy_1}{dt} - y_i \frac{dx_1}{dt} \right) + \sum m_i \left(x'_i \frac{dy'_i}{dt} - y'_i \frac{dx'_i}{dt} \right)$$

Wählt man x_1, y_1 so, daß jederzeit

$$\sum m_i x_i = x_1 M_1 \qquad \sum m_i y_i = y_1 M_1,$$

so verschwinden die übereinanderstehenden Summen. — Was den Mond betrifft, so kann man seine Masse im Schwerpunkt x_2, y_2 vereinigt denken, sodaß

$$F_2 = M_2 \left(x_2 \frac{dy_2}{dt} - y_2 \frac{dx_2}{dt} \right)$$

Mithin wird die gesamte Flächengröße $F_1 + F_2$ des Systems

$$F = M_1 \left(x_1 \frac{dy_1}{dt} - y_1 \frac{dx_1}{dt} \right) + M_2 \left(x_2 \frac{dy_2}{dt} - y_2 \frac{dx_2}{dt} \right) + \sum m_i \left(x'_i \frac{dy'_i}{dt} - y'_i \frac{dx'_i}{dt} \right)$$

oder in Polarkoordinaten

$$F = M_1 r_1^2 \frac{dv_1}{dt} + M_2 r_2^2 \frac{dv_2}{dt} + \sum m_i r'_i \frac{d\vartheta}{dt}$$

wo für irgend einen Zeitpunkt

$$\frac{dv_1}{dt} = \frac{dv_2}{dt} = \frac{dv}{dt} \text{ die Revolutionsgeschw. von Erde und Mond}$$

$$\frac{d\vartheta}{dt} \text{ die Rotationsgeschw. der Erde bedeutet,}$$

und da für die Erde als eine homogene Kugel vom Radius R_1

$$\sum m_i r_i^2 = M_1 \cdot \frac{2}{5} R_1^2$$

so wird

$$F = (M_1 \cdot r_1^2 + M_2 \cdot r_2^2) \cdot \frac{dv}{dt} + M_1 \cdot \frac{2}{5} R_1^2 \cdot \frac{d\vartheta}{dt}$$

Die Schwerpunktsbedingung

$$M_1 r_1 = M_2 r_2$$

wird aber unter den Bezeichnungen

$$r_1 + r_2 = r \\ M_1 + M_2 = M$$

erfüllt, wenn man setzt

$$r_1 = \frac{M_2}{M} r \quad r_2 = \frac{M_1}{M} r$$

Mithin wird

$$F = \frac{M_1 M_2}{R} \quad \frac{dv}{dt} + M_1 \cdot \frac{2}{5} R_1^2 \cdot \frac{d\vartheta}{dt}$$

Oder wenn man setzt:

$$\frac{dv}{dt} = \frac{2\pi}{T} \quad \frac{d\vartheta}{dt} = \frac{2\pi}{T_1}$$

wo also

T die Umlaufszeit des Mondes in heutigen Tagen,
 T_1 die Rotationsdauer der Erde in heutigen Tagen,

so wird im allgemeinen und u. a. auch für die Gegenwart

$$\frac{1}{2\pi} F = \frac{M_1 M_2}{M} \cdot \frac{r^2}{T} + M_1 \cdot \frac{2}{5} R_1^2 \frac{1}{T_1} \quad 1)$$

und nach Erreichung des Endzustandes, wo die Rotationsdauer der Erde und die Umlaufszeit des Mondes einen gemeinsamen Wert T' angenommen haben:

$$\frac{1}{2\pi} F = \frac{M_1 M_2}{M} \cdot \frac{r'^2}{T'} + M_1 \cdot \frac{2}{5} R_1^2 \frac{1}{T'}$$

Eliminiert man hieraus mit dem dritten Kepler'schen Gesetz

$$\frac{r'^{3/2}}{T'} = \frac{r^{3/2}}{T} \quad a)$$

die Größe T' , so wird für den Endzustand

$$\frac{1}{2\pi} F = \frac{M_1 M_2}{M} \frac{r^2}{T} \sqrt{\frac{r'}{r}} + M_1 \frac{2}{5} R_1^2 \frac{1}{T} \sqrt{\frac{r}{r'}} \quad 2)$$

Setzt man die Werte ein:

$$\begin{array}{lll} M_1 = 1 & R_1 = 1 & T_1 = \\ M_2 = 0.0123 & r = 60.27 & T = 27.32 \end{array}$$

so folgt aus 1)

$$\frac{1}{2\pi} F = 2.015$$

und hiermit aus 2)

$$\sqrt{\frac{r'}{r}} = 1.242$$

und hiermit aus a)

$$T' = 52.4$$

Der Endzustand wird also der sein, daß die Umlaufzeit des Mondes und die Länge eines Erdentages einander gleich geworden sind

= 52 jetzigen Tagen,
wobei die Entfernung des Mondes von der Erde
93 Erdradien (jetzt 60)
betragen wird.

Man spricht bisweilen von Projekten, die Flutbewegung zur Arbeitsleistung auszunutzen, und erwähnt dabei auch, daß hierdurch die Erdrotation gebremst werden würde. Aber das Wie ist nicht als ein irdischer Vorgang einzusehen. Faßt man aber das Band der Gravitation ins Auge, welches den Flutberg mit dem Monde verbindet, so versteht man die Einwirkung auf die Erdrinde, welche jedoch am anderen Ende des Bandes von Einwirkungen auf die Mondbewegung begleitet sein muß.

Es ist ein eindrucksvolles Resultat, daß der Mensch durch irdische Manipulationen einwirken kann auf die Bewegung eines Himmelskörpers und mithin auch (infolge Rückwirkung) auf die räumliche Bewegung der Erde selbst. Daß diese Wirkungen so einfach zu übersehen sind, verdanken wir dem Flächenatz.

Da auch die Sonne einen Flutberg erzeugt, so ergeben sich auch Einwirkungen auf unsere Entfernung von der Sonne.

3. Prinzip einer Kosmogonie.

Ein werdender Planet könnte sich, bloß geometrisch betrachtet, in vier verschiedenen Typen von einer rotierenden Nebelmasse ablösen: in der Anordnung als Körper, als ein flächenartiges Gebilde, als ein linienartiges Gebilde und als eine punktförmige Verdichtung.

Die Körper-Form kommt nicht in Frage, weil als Lösung das vorausgesetzt wird, was wir erst zu erklären haben.

Ein Oberflächenteil mit sehr geringer Dickendimension wird zwar peripherisch unter gleichen Bedingungen (Zentrifugalkraft, Attraktion) stehen, aber nicht in radialer Richtung. Laplace aber hat angenommen, daß sich in der Äquatorebene selbst ringförmige Flächenstreifen geringer Dicke ablösen, deren zentrurnähe und zentrurnferne Teile sich mit gleicher Winkelgeschwindigkeit um das Zentrum bewegten, so daß die zentrurnfernen Teile größere Lineargeschwindigkeiten erhielten als die inneren. So wollte er erklären, daß die Planeten, die aus dem zerfallenden Gebilde hervorgingen, in demselben Sinne rotieren, in welchem sie sich um die Sonne bewegen. — Eine Erklärung dieser Tatsache ist von jeder Kosmogonie zu fordern.

Wir wollen nun aber annehmen, das sich lostrennende Gebilde sei ein fadenförmiges.

1. Hierzu sind die Vorbedingungen gegeben. Die Nebelmasse wird sich verhalten wie die Atmosphäre eines Himmelskörpers, unter deren Niveauflächen man eine als die freie Oberfläche bezeichnet. Sie besteht aus zwei symmetrisch liegenden Schalen, die längs der Äquatorebene aneinanderstoßen und dort eine vorspringende Kante bilden, längs welcher die Atmosphäre nach außen abfließt.

2. Trennt sich nun dort ein fadenförmiges Stück ab, so betrachten wir seinen Mittelpunkt, einen vorangehenden und einen nachfolgenden Punkt, und die Geschwindigkeiten, welche ihnen im Zusammenhang mit dem System eben noch zukamen, und bringen die Geschwindigkeit des mittelften Punktes mit entgegengesetztem Zeichen in allen drei Punkten an. Dann zeigt sich, daß das Fadenstück um seinen mittelften Punkt rotiert mit einer Winkelgeschwindigkeit, die mit der Drehungsgeschwindigkeit des ganzen Systems übereinstimmt.

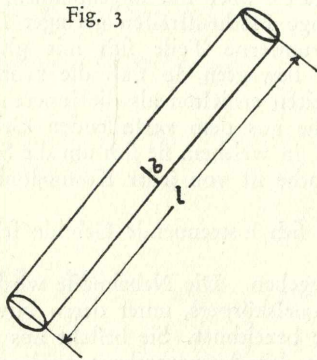
Diese Bemerkung ist ausschlaggebend. Der Vorgang ist derselbe, wie wenn ein Eisenbahnwagen eine kreisförmige Kurve durchfährt. Die Schienen geben ihm nicht etwa immer neue Axenrichtungen, sondern sie wirken nur seitlich auf den Schwerpunkt des Wagens der Zentrifugalkraft entgegen. Der Wagen aber rotiert gleichsam spielend um eine Vertikalaxe, die durch seinen Mittelpunkt geht —, und das Rotationsmoment ist ihm sprunghaft erteilt worden, als das vordere Rad beim Einfahren in die Kurve an die äußere Schiene anstieß.

4. Die rechtläufige Rotation der Planeten.

Daß die Axendrehung der Planeten denselben Sinn hat, wie ihre Umlaufbewegung um die Sonne, hat immer als eine kosmogonische Schwierigkeit gegolten. — Würden in der äußeren Partie des ursprünglich gegebenen Systems die Geschwindigkeiten sich in der Hauptsache nach dem dritten Kepler'schen Gesetz regeln, so würde ein selbstständig werdendes Flächenstück in retrogradem Sinne um seinen eigenen Schwerpunkt rotieren müssen.

Dagegen ist die im vorigen Artikel vertretene Loslösung eines peripherischen Fadenstücks nicht nur hinsichtlich ihrer Entstehung sehr plausibel, sie ist auch unter allen Möglichkeiten diejenige, welche dem sich loslösenden Gebilde das größte rechtläufige Rotationsmoment verleiht.

Fig. 3



l = Länge des Zylinders,

b = Radius eines kreisförmigen Querschnitts,

n = Drehungsgeschwindigkeit um b als Axe.

Das sich loslösende Fadenstück ersetzen wir, genau genug, durch einen Zylinder mit den Bezeichnungen von Fig. 3.

Es handele sich dabei um die Entstehung des Jupiter, welcher unter den Planeten das größte Rotationsmoment besitzt, und es sei

R sein äquatorealer Radius $\frac{1}{17}$ seine Abplattung ω seine Winkelgeschw.,
und n die mittlere Bewegung in seiner Bahn um die Sonne.

Man erhält dann zwei Gleichungen,
die eine durch Vergleichung der Rotationsmomente beider Körper

$$M \cdot \frac{1}{12} l^2 \cdot n = M \cdot \frac{2}{5} R^2 \cdot \omega \quad 3)$$

die andere durch Vergleichung ihrer Massen

$$b^2 l \pi = \frac{16}{17} \frac{4}{3} R^3 \pi \quad 4)$$

Da für den Tag als Zeiteinheit

$$n = \frac{299''}{3158000}$$

so folgt

$$\begin{aligned} \text{nach 3) } l &= R \cdot 225 \\ \text{u. nach 4) } b &= R \cdot 0.0747 \end{aligned}$$

und da R , von der Sonne gesehen, unter einem Winkel von $18''.9$ erscheinen würde, so wird nach der vorletzten Gleichung

$$l = \frac{1}{48} \text{ des Radius der Jupiterbahn.}$$

Dieses Resultat ist weder unbequem (vom Range 1) noch unwahrscheinlich; und es rechtfertigt sich übrigens unsere Vernachlässigung der Krümmung des Fadens.

Dagegen ist der Wert für b bedeutungslos, weil man der linken Seite von 4) noch die Dichtigkeit des Fadens als Faktor hätte begeben können; aber der Wert rechtfertigt doch, daß wir auf der linken Seite von 3) im Trägheitsmoment ein Glied in b^2 weggelassen haben.

Wegen der Loslösung aber braucht man nicht an äußere Kräfte zu denken. Vielmehr muß sich das ganze System infolge innerer Reibung in sich zusammenziehen, wodurch eben eine in Kondensation begriffene Partie gewissermaßen freigelegt wird. Diese Kontraktion bringt eine Änderung der auf den werdenden Planeten einwirkenden Attraktionskräfte derart, daß er im Moment seines Freiwerdens sich im Perihel seiner zukünftigen Bahn befindet.

Diese Kontraktion der Sonnenatmosphäre, wenn man das bis zum Jupiter reichende Gebilde so nennen darf, ist derselbe Vorgang, der sich heute noch im Sonnenkörper vollzieht, und welchen Helmholtz als eine Quelle für die Erhaltung der Sonnenwärme in Anspruch genommen hat.

5. Die Mars-Monde.

Man hat eine kosmogonische Schwierigkeit darin gesehen, daß der innere Marsmond, Phobos, den Planeten in einer kürzeren Zeit umkreift, als Mars um seine Axe rotiert.

Betrachtet man zunächst den Mars selbst, so bleibt die Gleichung 3) bestehen, und da für den Tag als Zeiteinheit

$$n = 1887''$$

$$\omega = 1329000,$$

so folgt

$$l = R \cdot 58.1,$$

und da R von der Sonne aus als $3''.07$ erscheint, so ist

$$l = \frac{1}{1155} \text{ der Halbaxe der Marsbahn,}$$

womit man die Bemerkungen der vorigen Nummer vergleiche. (Aus der Gleichung 4), wo man jedoch $16/17$ durch die Einheit zu ersetzen hat, würde folgen $b = R \cdot 0.151$.)

War ferner für den Mond Phobos die ursprüngliche Distanz vom Mars, also längs der Bahntangente des Mars, = d_I und ist seine Bahnaxe jetzt = a_I , so befagt der Flächenfatz, daß trotz den inneren Reibungen die Gleichung besteht:

$$d_I^2 n = a_I^2 n_I \quad 5)$$

und entsprechend für Deimos = II.

Da

	für den Tag	in astron. Einheiten
n_I	$= 4064000''$	$a_I = 0.0000627$
n_{II}	$= 1027000$	$a_{II} = 0.0001570,$

so folgt nach 5), wenn wir den eben für l gefundenen Wert voranstellen:

$$\begin{aligned} & \text{in astron. Einheiten} \\ \frac{1}{2} l &= 0.00066 \\ d_I &= 0.00291 \\ d_{II} &= 0.00366. \end{aligned}$$

Es hat mithin in keiner Weise ein Überholen der Massen stattgefunden, und man sieht, daß man diese Monde als neben und nicht als aus dem Mars entstanden zu denken hat — mithin anders, als man beim Erdmond annimmt.

6. Der Flächenatz und das Inertialsystem.

Laplace hat seine Kosmogonie damit begründet, daß die Planetenbahnen in der Nähe einer Ebene angeordnet sind. Nach dem Satze „von der Wahrscheinlichkeit der Urfachen“ folgert er, daß dies von jeher so gewesen sein müsse usw.

Den Wahrscheinlichkeitsatz pflegt man auch als „sechsten Laplace'schen“ zu bezeichnen nach seiner Nummer im „Essai philosophique sur les probabilités“. Der Ausdruck „Urfache“ aber ist nicht gut gewählt und wäre richtiger durch das Wort „Hypothese“ zu ersetzen.⁴⁾ Überhaupt aber ist zu Untersuchungen dieser Art, insbesondere auch zu numerischen Anwendungen, besser die Umkehrung des Bernoulli'schen Theorems geeignet, nämlich der Satz von Bayes⁵⁾, weil dieser Satz uns Auskunft gibt über den Wert von Induktionschlüssen und mithin zu den vornehmsten Sätzen einer Theorie des Naturerkennens gehören sollte.

Wenn nun wir heutigen die Schlußweise des Laplace auf die Fixsternwelt anwenden, so folgt aus der Tatsache, daß eine Anordnung der Massen in oder parallel der Milchstraßenebene vorliegt, mit großer Wahrscheinlichkeit, daß diese Bevorzugung auch in einer fernen Vergangenheit und Zukunft bestanden hat und bestehen wird, mit anderen Worten: daß im Fixsternraume auch die Bewegungen der Massen im großen und ganzen parallel zur Milchstraßenebene angeordnet sind. Das wäre eine Drehbewegung um eine Axe, die zur Milchstraßenebene senkrecht steht, wobei jedoch die Partialsysteme zum Teil stark davon abweichen mögen und im einzelnen überhaupt eine starke Streuung vorhanden sein darf.

Von einer Rotation zu sprechen, hat aber nur dann einen Sinn, wenn man in der Rotationsene eine feste Richtung definiert, gegen welche die Rotation zu verstehen sei. Das kann aber nur eine Axe des Inertialsystems sein, worunter ich, wie schon immer⁶⁾, dasjenige Koordinatensystem verstehe, in Bezug auf welches die Bewegungen durch das Newton'sche Gravitationsgesetz dargestellt werden können. (Hier vom Galilei'schen Trägheitsgesetz zu reden, wäre unangebracht, weil dieses in der Natur nicht selbstständig realisiert ist, aber im Newton'schen Gesetze als Spezialfall enthalten ist.)

Da die Rotationsgeschwindigkeit an verschiedenen Stellen eine verschiedenen Größe sein darf, ohne daß unsere anfängliche Argumentation gestört wird, so ist ein umfassendes Maß dafür erwünscht, und dieses ist kein anderes als das Rotationsmoment des ganzen Systems. Die oben angedeutete Argumentation besagt also, daß die Flächenkonstante des Milchstraßensystems, bezogen auf das Inertialsystem, mit großer Wahrscheinlichkeit von Null verschieden sein muß.

⁴⁾ Vergl. Anding: Kritische Untersuchungen über die Bewegung der Sonne durch den Weltraum; zweiter Abschnitt, 1910, Kap. X, Art. 4, S. 243.

⁵⁾ Meyer: Vorl. über Wahrscheinlichkeitsrechnung, deutsch bearbeitet von E. Czuber, Leipzig 1879, S. 226.

⁶⁾ Vergl. „Über Koordinaten und Zeit“; Enzyklop. der mathemat. Wissenschaften, 6. Bd., 2. Tl., 1. Hälfte, Nr. 1.

SCHLUSS.

1. *Keplers Maximen der Forschung.*

Die vorklassische Periode im Wirken Keplers, die im „Mysterium cosmographicum“ zum Ausdruck kommt, ist beherrscht von einem ästhetischen Motiv: „Er ging davon aus, daß der Schöpfer nur eine Welt, in der Ordnung und Harmonie herrsche, habe bauen können“⁷⁾. Die Lösung sah er in den Beziehungen der fünf Planetenbahnen zu den fünf regelmäßigen Körpern, die freilich häufig ist und von ihm selbst später fallen gelassen wurde. Aber schon im Rahmen dieser Betrachtungen wird die Forderung aufgestellt, im Weltenbau müsse „wie in der ganzen Natur, Einheit in der Mannigfaltigkeit herrschen. Mit der Astronomie muß die Physik verbunden werden“⁸⁾. Das soll besagen, daß die Bewegungen der Sterne mit denselben Methoden zu erforschen sind, die man in der Naturwissenschaft anwendet, und daß sie nicht aus Grundätzen deduziert werden dürfen, die von Philosophen oder Theologen diktiert worden sind, eine Forderung, die damals an sich schon eine Tat bedeutete. Diese Maximen waren ihm in der nun folgenden klassischen Periode richtunggebend.

Keplers Endziel war die Herstellung der Rudolphinischen Tafeln. Da aber die Darstellung der Planetenbewegungen durch Epizyklen sich auch beim Kopernikanischen System als unzulänglich erwies, stand er vor der Notwendigkeit, die Gesetze, nach denen die Bewegungen der Planeten vor sich gehen, vorher erst zu erforschen. — Hierbei verhielt er sich wie ein Experimentator, der seine Fragen an die Natur stellt. „Hypothesen sind bloße Einbildungen,“ schrieb er an Maestlin, „ich nehme nur dasjenige für wahr an, was physisch wahr ist. Dieses Verfahren ist mein Vergnügen und mein Ruhm, der mir nachfolgen wird“⁹⁾.

Mit einem Wort: es kam ihm darauf an, das tatsächliche Verhalten festzustellen. Dieser Grundsatz steht im Widerspruch zur ganzen vor-Kepler'schen Astronomie (wenn man nicht etwa bei Hipparch von Anklängen sprechen will), und er steht im Einklang mit den Forderungen des Bacon von Verulam, dessen „Novum Organon“ 1620 erschien.

In der Durchführung kommen zwei Seiten der Geistestätigkeit zur Geltung: einmal waren die Beobachtungsergebnisse in die Form zu bringen, daß die gesuchten räumlichen Gruppierungen durch Zahl und Zeichnung zutage traten, und zweitens mußte auf eine so gewonnene Übersicht eben der geniale Blick eines Kepler fallen, welcher daraus das Gesetz abstrahierte und sich durch die Neuheit der Form der gefundenen Gesetze nicht beirren ließ.

Bezüglich des dritten Gesetzes ging dann Kepler doch von Hypothesen aus. Der Forschungsweg bestand aber dennoch aus denselben zwei Stücken (wie beim ersten und zweiten Gesetz), wurde aber im entgegengesetzten Sinne zurückgelegt.

⁷⁾ v. Breitshwert: „Johann Keplers Leben und Wirken“. Stuttgart 1831, S. 30.

⁸⁾ a. a. O. S. 38.

⁹⁾ a. a. O. S. 38.

2. Im Anfang war das Gesetz.

Mit den erwähnten Grundfätzen durchleuchtete Kepler ein Feld des Erkennens, das in Finsternis gehüllt vor ihm lag.

Über Sinn und Geschehen im Weltenraume werden uns die Sterne immer nur unvollständige Nachrichten zufenden, trotz den ungeahnten Qualitäten, die in neuerer Zeit hinzugekommen sind. Die Forschung wird daher, um Raum und Zeiten zu überspringen, den eben vorher bei Kepler erwähnten indirekten Weg einschlagen müssen: 1) man stellt Hypothesen auf und zieht mathematisch die Folgerungen daraus, 2) man konfrontiert diese Folgerungen mit den Beobachtungen.

Eins aber ist dabei immer erforderlich, nämlich daß Gesetzmäßigkeiten bestehen. Wo etwa ein unentwirrbares Chaos vorzuliegen scheint, erhebt sich für den Menschen sofort das Gebot: Unterscheide, und du wirst erkennen!

Andererseits ist es Menschenlos, im Erkennen nicht über Gesetzmäßigkeiten hinaus vordringen zu können. Man kann sie in ein System vereinigen, den Bau vereinfachen, aber zu einem Absoluten vermag man ebensowenig vorzudringen wie zu einem Ende in Raum und Zeit.

Wenn Faust dem berühmten Buchanfang die Überetzung gibt:

„Im Anfang war die Tat“,

so hat Goethe den Menschen im Verhältnis zu seinen Mitmenschen im Auge, und in diesem Sinne löst er das Rätsel des Lebens beim Tode Fausts. Für den Menschen aber als ein erkennendes Wesen ist das Ziel der Forschung und der Hochgenuß des Forschens durch das Motto auszudrücken:

„Im Anfang war das Gesetz!“

Das soll heißen: von jeher und immer und ewig! Und in konsequenter und unerfrockener Synthesis der Gesetzmäßigkeiten in Raum und Zeit und in Wesensarten wird sich menschliches Erkennen zur Weltanschauung erweitern.

*KEPLERS GEDANKEN
ÜBER DAS BRECHUNGSGESETZ UND
IHRE EINWIRKUNG AUF SNELL
UND DESCARTES.*

VON DR. H. BOEGEHOLD,

WISSENSCHAFTL. MITARBEITER DER CARL-ZEISS-WERKE,
JENA.

Die optischen Arbeiten (^{7, 8}) Keplers¹ sind zwar durch astronomische Fragen veranlaßt, wie es bei der ersten schon der Titel anzeigt, aber er hat sich nicht sklavisch an den nächsten Gegenstand gehalten, die Aufgaben mathematischer, physikalischer, physiologischer Art haben ihn weiter geführt. So hat sein Geist in vielen Gebieten der Optik geforscht: Die Entstehung und der Ort des optischen Bildes, die Strahlenbegrenzung, die Wirkung des Auges, das beidäugige Sehen mögen als Schlagworte genannt werden, wobei freilich mehrfach unsere heutige, nicht Keplers Sprache gesprochen ist. Einigen dieser Untersuchungen sind andre Aufsätze dieser Festschrift gewidmet. Viel hat aber Kepler sich abgemüht, die Grundlage der Dioptrik, das Brechungsgesetz zu finden; er hat sein Ziel nicht erreicht, wohl aber seinen glücklicheren Nachfolgern den Weg gezeigt. Schon vor elf Jahren habe ich mich in einem Aufsätze (²) mit diesem Gegenstande beschäftigt, kann aber heute noch mancherlei hinzufügen.

Es sei von vornherein darauf hingewiesen, daß Keplers Hauptzweck auch hier ein astronomischer war, nämlich die Untersuchung der Refraktion, der scheinbaren Erhebung der Sterne durch die Brechung in der Lufthülle der Erde.

Dreimal war vor Kepler die Brechung ausführlich behandelt worden, von Ptolemäus (⁹, um 150 n. Chr.), von dem Araber Alhazen (¹, um 1000), von dem „Thuringo-Polonus“ Witelo (¹², um 1300). Das Ptolemäische Werk war Kepler unbekannt, auch wir haben von ihm

¹ Die Zahlen entsprechen den Quellenangaben am Schluß. Wo ich eine einzelne Stelle angeführt habe, ist dies nach Möglichkeit so geschehen, daß die Benutzer aller Ausgaben sie finden können; Seitenzahlen daher nach der ältesten, meist in späteren Ausgaben wieder angeführten Veröffentlichung.

nur eine lateinische Übersetzung einer arabischen Übersetzung, und es fehlt von dem letzten, die Brechung behandelnden Abschnitt der letzte Teil. Kepler stützt sich in der Hauptsache auf Witelo, der, ohne selbständiger Forscher zu sein, die Werke seiner beiden Vorgänger und vielleicht noch einiger anderer Schriftsteller zu einem Lehrbuch verarbeitet hatte.

In allen drei Werken sind Vorrichtungen beschrieben, um die Ablenkung eines Strahls beim Übergange aus einem Mittel in ein anderes zu bestimmen. Im Anschluß daran gibt Ptolemäus (2, S. 146/50), und nach ihm Witelo (Lib. X Prop. VIII.) Tafeln für die Brechung an einer Grenzfläche Luft—Wasser, Luft—Glas, Wasser—Glas. Kepler benutzt nur die erste Tafel, sie ist (Tfl. I, 2. Spalte) angeführt.² Kepler bemerkte, daß von den Differenzen zweier aufeinanderfolgender Werte jede um $\frac{1}{2}^\circ$ kleiner ist als die vorhergehende³. Er schloß, daß die Tafelwerte wohl nicht genau so beobachtet, sondern ausgeglichen sein dürften. Wir können nach unseren heutigen Kenntnissen noch einen Schritt weitergehen. Berechnet man die Brechungswinkel mit⁴ $n = 1.33451$, so erhält man die Werte in der letzten Reihe der ersten Tafel. Für Einfallswinkel von 50° und 60° stimmen sie bis auf wenige Bogenminuten mit den Angaben von Ptolemäus. Diese Zahlen dürften also auf wirklichen Beobachtungen beruhen, sie schlossen auch bei der damaligen Genauigkeit eine einfache Proportionalität von Einfallswinkel-, Brechungs- und Ablenkungswinkel aus. Ptolemäus bemerkte, daß unter der Annahme, die Differenz der Brechungswinkel werde in der angegebenen Weise bei wachsenden Einfallswinkeln geringer, 0° Einfallswinkel und 0° Brechungswinkel einander entsprechen. Nachdem er diese notwendige Forderung erfüllt hatte, benutzte er etwaige Beobachtungen bei andern Einfallswinkeln nur zu einer beiläufigen Nachprüfung und gab sich damit zufrieden, daß sie durch seine Tafeln merklich besser dargestellt würden, als wenn er eine einfache Proportionalität angenommen hätte.⁵

Auch die astronomische Refraktion war Ptolemäus aus Sternbeobachtungen bekannt (2, S. 151/3). Auf- und untergehende Gestirne fand er in der Nähe des Horizonts dem Nordpole näher als in der Nähe des Meridians, stets sichtbare bei unterer Kulmination nördlicher als bei oberer. Vollkommen klar schließt er daraus auf eine Brechung an der Grenzfläche zwischen dem Himmelsraume und der Luft; der Ort des Gestirnes erscheine um so mehr erhöht, je niedriger es stehe, um so größer also der Einfallswinkel sei. Der Himmelsraum sei der dünnere (rarior, subtilior), die Luft der dichtere (grossior) Körper, der Unterschied beider aber gering

² Die Zahlen sind gegeben, wie sie Witelo mitteilt und Kepler benutzt. Bei Ptolemäus ist der erste Brechungswinkel $8^\circ 0'$. Obgleich Witelos Wert besser stimmt, kann ich nur an ein „zufällig richtiges Versehen“ glauben, um so mehr, als Witelo als Ablenkung — zweimal (Prop. V Ende und VIII) — nicht $2^\circ 15'$, sondern $2^\circ 5'$ angibt.

³ Bei Witelo stimmt dies für den Anfang der Tafel freilich nicht.

⁴ Nach einer Messung meines Kollegen Dr. Keßler, für die Linie $\lambda = 546 \mu\mu$ bei $20^\circ.5 \text{ C}$.

⁵ Ebenso kann er seine Tafel für Luft-Glas erhalten haben, wenn das Brechungsverhältnis des Glases etwa 1.532 war; zu seiner Tafel für Wasser—Glas hat er nur mit größerer Willkür gelangen können.

(a. a. O. 163). Eine weitere zahlenmäßige Unterfuchung der Erfcheinung sei unmöglich, da man die Entfernung der fraglichen Grenzfläche nicht kenne (S. 153 unten). Die Darstellung bei Alhazen und Witelo (I, Lib. VII, Prop. 15/6; 12, Lib. X, Prop. 49/50) ist im ganzen eine verschlechterte Form der Ptolemäischen. Doch findet sich bei Witelo (S. 251) der Gedanke, die Luft nehme nach oben langsam an Dichtigkeit ab (aer enim quanto propinquior est coelo, tanto est rarioris diafonitatis).

Im letzten Viertel des 16. Jahrhunderts wurde an zwei Orten eifrig astronomisch beobachtet, in Kassel auf Veranlassung des Landgrafen Wilhelm (1532—1592, Landgraf seit 1567), auf der damals dänischen Insel Hven durch T. Brahe (1546—1601). Brahe führte einen eifrigen Briefwechsel mit dem Landgrafen, besonders aber mit dessen Beobachter Chr. Rothmann (etwa 1550 bis etwa 1605). In diesen Briefen⁶ (2) findet sich auch ein lebhafter Meinungsauftausch über die Refraktion; Kepler bespricht ihn ausführlich (I, Cap. IV, 1). Hier sei folgendes erwähnt: Man beobachtete in Kassel und auf Hven eine beträchtliche Refraktion in niederen Höhen, dagegen konnte Brahe oberhalb von 45° bei Sonne und Mond, oberhalb 20° bei den Sternen keine Refraktion feststellen, Rothmann wollte nicht einmal so weit gehen. Der letztgenannte schloß aus dem vermeintlichen gänzlichen Fehlen der Strahlenbrechung in größeren Höhen, daß der Himmelsraum überall mit Luft gefüllt sei, eine Brechung entstehe nur durch die in der Nähe der Erdoberfläche beigemischten Dünfte, und zwar — dies erscheint besonders seltsam — erst dann, wenn der Lichtstrahl in dieser Dünsthülle eine gewisse Strecke zurückgelegt habe. Brahe meint, daß in der Nähe des Scheitels wohl eine geringe, wenn auch nicht beobachtbare Refraktion bestehen könne, aus den optischen Schriftstellern sei bekannt, daß die Brechung stärker zunehme als der Einfallswinkel; gleichwohl glaubt auch er, daß die „Dünfte“ in den untern Luftschichten der Hauptgrund der Brechung seien, aber der Unterschied zwischen der Luft und dem Himmelsraum wirke auch mit. Nach oben hin gehe die Luft, immer reiner und dünner werdend, allmählich in den Himmelsraum über⁷.

⁶ In Frage kommen besonders die Briefe T. Brahes vom 1. März 1586, 20. Januar 1587, 16. und 17. Aug. 1588, 21. Febr. 1589; die Chr. Rothmanns vom 14. April 1586, 21. Sept. 1587, 19. Sept. 1588.

⁷ Da die Vorstellung bestand, die Brechung entstehe durch ein Hindernis, das vom dichtern Mittel dem Lichte entgegengesetzt werde, so ist es begreiflich, daß Brahe und Rothmann ebenso wie ihre Vorgänger dem dichtern Mittel auch eine geringere Durchsichtigkeit zuschreiben. — Es sei hier bemerkt, daß ihr Meinungsauftausch manche dem mittelalterlichen Denken entnommene Begründung enthält. Würdiger scheint es mir aber, auf Bemerkungen hinzuweisen, wie die Brahes, die Luft müßte der Bewegung der Gestirne Widerstand leisten, wenn sie den Himmelsraum erfüllte, die Beobachtung Rothmanns, der an irdischen Gegenständen die Brechung zwischen warmer und kalter Luft feststellte, oder Brahes Erklärung, aus fehlender Brechung zwischen zwei Körpern folge nicht ihre völlige Gleichheit, da er auch zwischen Wasser und Alkohol keine Brechung finde (tatsächlich ist die Brechzahl des Alkohols etwa 0.029 höher). Beide bemerken auch die Zunahme der Refraktion bei kälterer Witterung.

T. Brahe hat nun, wie er in seinem Hauptwerk (⁵, S. 91/96) nach nochmaliger Feststellung seiner Auffassung mitteilt, eifrig Beobachtungen angestellt, um den Betrag der Refraktion zu ermitteln. Da ich im folgenden, um Keplers Leitung zu würdigen, ausführlich auf die Mängel der Braheschen Tafeln hinweisen muß, habe ich zunächst zu betonen, daß nicht nur eine ungeheuere Arbeitsleistung in ihnen steckt, sondern daß es auch ein gewaltiger Fortschritt war, die Refraktion der Größenordnung nach richtig anzugeben und ihren Gang nach der Höhe wenigstens in großen Zügen darzustellen.

Zunächst darf man natürlich die Genauigkeit der Beobachtungen ohne Fernrohr nicht überschätzen. T. Brahe (⁵, S. 68/70) fordert eine Kreisteilung bis auf $\frac{1}{8}$, also 10". Bei G. L. Tupman (¹⁰) sind die Ergebnisse für die Polhöhe der Sternwarte zusammengestellt, die für eine Einzelbeobachtung einen mittleren Fehler von etwa 55" ergeben. Daß Brahe die Refraktion für die Sonne von 45° ab, für die Sterne von 20° ab für verschwindend hielt, während sie bei 45° durchschnittlich 58", bei 20° sogar 2' 37" beträgt, hat natürlich auch die Ableitung der Ergebnisse für geringere Höhen beeinflußt. Kleinere Fehler könnten die Unkenntnis der Nutation und der Aberration verursacht haben.

Der größte Irrtum war der, daß Brahe die mittlere Sonnenparallaxe von 3' von seinen Vorgängern übernahm. Schon Hipparch hatte (vgl. R. Wolf, ¹³, Ziff. 438) durch Beobachtungen zentraler Mondfinsternisse die Summe von Sonnen- und Mondparallaxe bestimmt, dann aber nach Ariſtarch für das Verhältnis beider 1 : 19 angenommen. Dies ergab für die Sonne einen um das 20fache zu großen Wert. Aber auch die erwähnte Summe war etwas zu groß bestimmt worden, und dadurch kam auch für den Mond zuviel heraus, statt 57' hat Brahe durchschnittlich 61' (⁵, S. 118/24). Durch die Parallaxe p erscheint ein Gestirn bei der Höhe h um $p \cos h$ zu niedrig, sie wirkt der Refraktion entgegen, daher mußte auch diese durch richtige Beobachtungen um den entsprechenden Betrag zu groß erscheinen. Ich führe ein damals wiederholt (z. B. ⁵, S. 46/7) angeführtes Beispiel an, wo die Irrtümer sich zufällig verstärkt haben. Durch Beobachtungen des Polarsterns hatte man für die Polhöhe von Kassel 51° 19', also für die Äquatorhöhe 38° 41'. Als Meridianhöhen der Sonne fand man zur Sommer- und Winter Sonnenwende 62° 11' und 15° 14'. Man verbesserte sie wegen der vermeintlichen Parallaxe um $1\frac{1}{3}$ ' und 3', erhielt also 62° 12 $\frac{1}{3}$ ' und 15° 17'. Aus der Sommerbeobachtung kam also für die Schiefe der Ekliptik 23° 31 $\frac{1}{3}$ ', die Winterhöhe sollte danach 15° 9 $\frac{2}{3}$ ' sein, den Unterschied von 7 $\frac{1}{3}$ ' schob man auf die Refraktion. — In der Tat wäre wegen der Refraktion die Polhöhe 0.75 niedriger, der Äquator also 0.75 höher. Die Sommerhöhe ist wegen Parallaxe nur um 0.1 zu vergrößern, aber wegen Refraktion um 0.5 zu vermindern, also 62° 10.6, die Schiefe der Ekliptik 62° 10.6 — 38° 41.75 = 23° 28.85, die wahre Winterhöhe 15° 12.9. Die Parallaxe ist hier 0.15. So hätte man nur eine Refraktion von $1\frac{1}{4}$ ' erhalten. In Wirklichkeit ist sie indessen für 15° Höhe 3.5, dieser Unterschied rührt von der Ungenauigkeit der Kasseler Beobachtungen her. Die Schiefe der Ekliptik war damals 23° 29.5.

Von T. Brahe wissen wir, daß er für die Hvener Sternwarte keine zu große Polhöhe hatte. Er gibt $55^{\circ}54'5''$, (², 28), Kepler freilich $55^{\circ}54'45''$ (¹, S. 123). G. L. Tupman (¹⁰) leitet aus Brahes Beobachtungen $55^{\circ}54'26''$ ab. Dagegen ist die benutzte Schiefe (⁵, 18) zu groß ($23^{\circ}31\frac{1}{2}'$). Weil aber Brahe alle Refraktionen im Juni unter verschiedenen Azimuten beobachtet hat (⁵, 14/8), so muß die falsche Schiefe immer in derselben Richtung, wenn auch nicht immer mit demselben Betrage gewirkt haben, es kann also nicht eine Summe, sondern nur eine Differenz als Fehler in die Tafeln eingegangen sein.

Ein Vergleich mit neuen Bestimmungen zeigt: Die Refraktion ist nach Brahes Tafeln oberhalb 45° Null, bis 30° zu klein, dann zu groß, gegen den Horizont wird der Unterschied verhältnismäßig klein (s. Tfl. II, 2. und 4. Spalte).

Daß Brahe für Mond und Sterne andere Refraktionen erhielt als für die Sonne (für den Mond freilich nur wenig abweichend), erklärt sich aus den angeführten Irrtümern, zeigt freilich, daß er über die Erscheinung keine klaren Begriffe hatte. Auch ist es auffällig, daß er die Refraktion der Sterne über 20° nicht bemerkt hat.

Die beiden Tafeln von Ptolemäus (Witelo) und T. Brahe waren also der Stoff, den Kepler verwandt hat; wir werden sehen, was er aus ihm zu machen wußte.

Kepler hat im 4. Kapitel seines ersten optischen Werkes (¹) das „Maß der Brechungen“ (refractionum mensura) untersucht. Mit sicherem Takt lehnt er die unmögliche Annahme Rothmanns ab und verlangt, daß die Oberfläche zweier verschiednen dichter Mittel den Lichtstrahl bricht. Mit den drei verschiednen Braheschen Tafeln weiß er mit Recht nichts anzufangen. Er billigt die Annahme außergewöhnlich großer Refraktionen unter besonderen Umständen, lehnt es aber ab, die besondere Bedeutung, die nach Ansicht seiner beiden Vorgänger den Dünsten zukommen sollte, auch für den Regelfall anzuerkennen. — Nicht mit unseren Kenntnissen ist er im Einklang, wenn er Brahes Annahme verwirft, daß die Dichte der Lufthülle nach oben allmählich abnimmt, und der Lufthülle eine feste Grenzfläche gegen den Himmelsraum zuschreibt. Doch konnte beim damaligen Stande der Physik diese Frage auch nicht sicher entschieden werden, und die Refraktion reicht, wie wir noch sehen werden, kaum zu ihrer Entscheidung aus.

(Vgl. zu diesem Absatz ⁷, Cap. IV. Abschnitt 1, 8, 9, auch die Anm. zu Abschnitt 2, S. 437.)

Kepler verweist sodann im 2. Abschnitt darauf, daß der Winkel am Rande der Lufthülle nicht derselbe ist wie der an der Erdoberfläche und lehnt die Auffassung ab, daß dies der einzige Grund für die Refraktion sei, da auch an einer ebenen Fläche das Licht gebrochen werde.

Er verlangt ein Gesetz zu finden, bei dem der Einfluß der Schiefe sowohl wie der des Dichtigkeitsunterschiedes hervortrete. Da er seine Überlegungen im 2. Abschnitt dem Leser ausführlich unterbreitet, so erhält dieser ein fesselndes Bild von der Arbeitsweise eines großen Mannes, sieht freilich auch sein nicht immer erfolgreiches Ringen mit überkommenen, ungeklärten Begriffen.

Verſchiedene Regeln, die er teils bei andern gefunden, teils ſelbſt zeitweilig vermutet hat, lehnt er ab. Ich gebe einige ſolche Vermutungen in unſerer Formelſprache; es ſei i der Winkel im dünnern, i' der im dichtern Mittel, C eine Konſtante.

$$1) i - i' = C i. \text{ (Proportionalität).}$$

$$2) i - i' = C \sec i.$$

$$3) i - i' = C \sin i.$$

Die Regeln widerſprechen, wie er bemerkt, der Erfahrung; es würde aus ihnen folgen, daß für zwei verſchiedene Grenzflächen (etwa Luft—Waffer, Luft—Glas) das Verhältnis der Ablenkungen vom Einfallswinkel unabhängig (gleich dem Verhältnis der beiden verſchiedenen Konſtanten C) wäre. Die zweite Formel würde überdies für $i = 0$ auf eine endliche, für $i = 90^\circ$ auf eine unendlich große Abweichung führen.

Weiter fragt er, ob ſich vielleicht das Verhältnis der Strecken, die gebrochener und ungebrochener Strahl auf demſelben Lote abſchnitten, verhielte wie die Dichten⁸; er drückt ſich ſo aus, „daß man die Tiefe des Mittels, in dem die Strahlen gebrochen werden, in eine ſolche Weite ausdehnte, wie dieſelbe Stoffmenge unter der Form eines dünnern einnehmen würde“. Oder ob vielleicht die (in beſtimmter Tiefe) von gebrochenem Licht beleuchteten Strecken ſich zu den von ungebrochenem beleuchteten Strecken verhielten wie die Dichten

$$\left(\begin{array}{l} B_0 B_1 : B_0 B_2 \dots B_0 B_n \\ (= B_0 B'_1 : B_0 B'_2 \dots B_0 B'_n) \end{array} \right);$$

beide Annahmen, und einige andre, führen auf das Geſetz:

$$4) \operatorname{tg} i \operatorname{tg} i' = C.$$

Kepler wendet ein, daß ſo bei einer ebenen Grenzfläche die von einem Punkte kommenden Lichtſtrahlen auch nach der Brechung ſich, rückwärts verlängert, wieder in einem Punkte ſchneiden müßten, daß weiter „am Horizonte“ (d. h. bei ſtreifendem Eintritt) die Ablenkung verſchwinden müßte, was beides der Erfahrung widerſpreche.

Kepler macht nun den Verſuch, ein Geſetz aus der ſcheinbaren Erhebung eines in Waffer verſenkten Gegenſtandes abzuleiten. Hier iſt einer der Fälle, wo es ihm nicht gelungen iſt, mit den überlieferten Unklarheiten fertig zu werden. Als Ort des Bildes bezeichnete man damals den Schnitt des ins Auge fallenden Strahls mit dem Flächenlot vom Dingpunkt aus. Es iſt ſchon wiederholt (z. B. 2) darauf hingewieſen worden, wie Kepler dieſe Anſchauung, ohne ſie zu verwerfen, doch vertieft und verbeſſert hat. An unſerer Stelle nimmt er ſie aber ohne weiteres an, und wenn man ſo verfährt, den ſcheinbaren Ort über den wahren ſetzt und die Erhebung,

⁸ In Abb. 1 ſind die Lote ſo gewählt, daß alle gebrochenen Strahlen ſie in demſelben Abſtande ($A_0 B_0$) von der Oberfläche ſchneiden. Nach der gemachten Annahme müßte $C_0 C_1 \dots C_n$ eine Gerade ſein.

abhängig vom Einfall des Sehstrahls, bestimmt, so erhält man tatsächlich einen Ausdruck des Brechungsgesetzes, wie dies später Snell angegeben hat (vgl. Abb. 1).

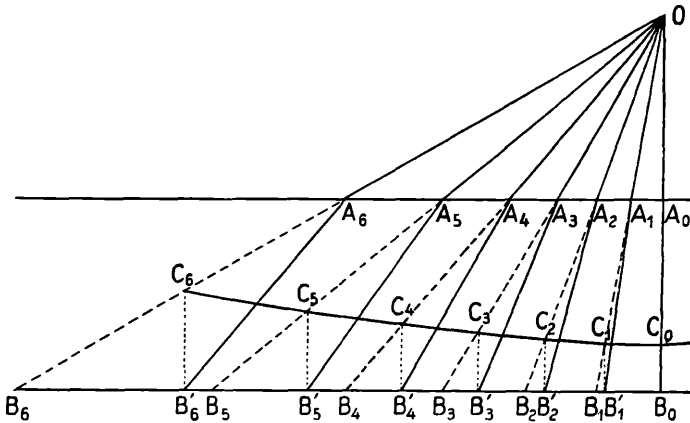


Abb. 1

Abb. 1. Die Brechung des von einem Dingpunkte O in Luft ausgehenden Lichtes an einer ebenen Wasseroberfläche $A_0 A_1 \dots$, $O A_0 B_0$ das Lot, $O A_1 B_1 \dots$ ungebrochene, $A_1 B'_1 \dots$ gebrochene Strahlen. $B_0 \dots B_6$ der Grund. $C_1 \dots$ liegen senkrecht über $B'_1 \dots$ u. ff. Kepler bemüht sich, aus der Lage der Punkte $B_1 \dots, B'_1 \dots, C_1 \dots$ ein Gesetz abzuleiten.

Nimmt man den entgegengesetzten Gang der Lichtstrahlen an, also in O ein Auge, das den Boden des Wassers beobachtet, so wäre nach Keplers Auffassung C_1 das Bild von B'_1 ; $C_0 C_1 \dots C_6$ ist die Kurve, in der die Gerade $B_0 B_1 \dots B'_6$ erscheint; wie Brengger feststellt, liegt der Grenzpunkt C_0 ein Stück oberhalb B_0 .

Snell gibt das Brechungsgesetz in der Form:

$$A_0 B_0 : A_0 C_0 = A_1 B'_1 : A_1 C_1 = A_6 B'_6 : A_6 C_6.$$

Kepler macht die richtige Bemerkung, daß die scheinbare Erhebung bei schieferem und schieferem Einblick wachse, und die unrichtige, daß sie bei senkrechtem Einblick gänzlich verschwinde. Auch hierdurch wird die Gleichung 4) unmöglich, da sie auf eine feste Erhebung führen würde. Kepler lehnt darauf noch einige weitere Annahmen über die Erhebung ab; ich gebe nur die Formeln an, die aus ihnen folgen würden.

$$5) \operatorname{tg} i : \sin i' = C.$$

$$6) 1 - \operatorname{tg} i \operatorname{ctg} i' = C \operatorname{tg} i.$$

$$7) 1 - \operatorname{tg} i \operatorname{ctg} i' = C \sin i.$$

$$8) 1 - \operatorname{tg} i \operatorname{ctg} i' = C_1 + C_2 \sin i.$$

Keplers Freund, der Kaufbeurer Arzt J. G. Brengger (einige Mitteilungen über ihn macht Ch. Frisch ^{2a}, S. 37), bemerkte den grundsätzlichen Irrtum. Den Briefwechsel beider Männer gibt Frisch (^{2a}, S. 37–67).

Brenngger geht (23. XII. 1604, S. 46) von Keplers eigener Regel (f. u.) aus. Er zeichnet (Abb. 1) die Strahlen, die, von den verschiedenen Punkten des Bodens eines mit Wasser gefüllten Gefäßes ausgehend, das Auge erreichen, bringt die gebrochenen Strahlen zum Schnitt mit dem zugehörigen Lote, bestimmt also nach damaliger Auffassung die scheinbaren Orte. Sie bilden eine Kurve, die auch in der Nähe des Lots ein Stück oberhalb des wahren Ortes bleibt; die Annahme eines Sprunges sei unzulässig. Auch werde eine Münze unter Wasser offenbar auch bei senkrechtem Einblick gehoben⁹. Kepler meint (17. I. 1605, S. 48), dies sei nur bei beidäugigem Sehen der Fall, wo nicht beide Augen denselben Punkt senkrecht durch die Oberfläche sähen. Diese Beobachtung ist aber falsch. Keplers weiterer Hinweis, man beobachte hier nicht einen Punkt, sondern einen ganzen Gegenstand, auf den als Ganzes man nicht senkrecht herabsehe, ist zwar sehr fein, zeigt aber gerade die Richtigkeit von Brennggers Auffassung; da es keinen Sinn hat, vom Schnitt einer Geraden mit sich selbst zu sprechen, so läßt sich die alte Definition des Bildorts auf ein lotrechtes Hinabsehen nur durch einen Grenzübergang anwenden; der damaligen Zeit waren solche Betrachtungen noch nicht so geläufig wie uns, um so mehr muß man Brennggers Scharfsinn anerkennen, der hier tatsächlich richtiger urteilte als sein großer Freund. Es ist begreiflich, daß er bei seiner Meinung blieb (vgl. a. a. O. S. 56/7, 62).

Ein weiterer Versuch Keplers (3.—5. Abschn.) mag auch für seine Arbeitsweise kennzeichnend sein. Er sagt sich: Durch die ebene Oberfläche eines unendlich dichten Mittels würden die von einem Punkte ausgehenden Strahlen parallel werden, wie bei Spiegelung der vom Brennpunkt eines Parabolspiegels ausgehenden Strahlen; bei verschwindendem Brechungsunterschied behalten sie ihre Neigung, wie es bei ebenen Spiegeln der Fall ist, und ebenso bei Kugelspiegeln, wenn die Strahlen vom Mittelpunkt ausgehen. Sollte man nun vielleicht die zusammengehörenden Einfallswinkel und Brechungswinkel bei einer ebenen Grenzfläche endlichen Brechungsunterschiedes ableiten können, indem man die Zurückwerfung der Brennstrahlen an einem hyperbolischen oder elliptischen Spiegel betrachtet und die beiderseitigen Winkel mit der Achse feststellt? Oder: Ungeändert bleibt die Neigung auch beim Parabolspiegel, wenn der Ausgangspunkt auf den Scheitel fällt. Vielleicht gibt eine Lage zwischen Brennpunkt und Scheitel das gleiche Gesetz wie bei der Brechung. Kepler bemüht sich vergeblich, den Witelofischen Angaben eine Lage des Punktes oder eine Ellipse (Hyperbel) anzupassen. Erst die gleichzeitige Annahme eines hyperbolischen Spiegels und eines Punktes außer dem Brennpunkt gibt Aussicht auf ein leidliches Ergebnis, doch bricht Kepler die Untersuchung ab und geht zu einer andern Anwendung der Hyperbel über, von der noch zu sprechen ist.

Kepler kommt nun im 6. Abschnitt zu der Vermutung, bei der er schließlich stehen bleibt. Er schließt etwa so: Die Brechung hängt von dem

⁹ Die von Kepler und Brenngger und auch sonst damals erörterte Frage, ob die Brechung durch die Grenzfläche oder durch die Körperlichkeit verursacht werde, macht auf uns einen etwas metaphysischen Eindruck. Man kann auch sagen, daß beide Teile recht hatten (2, S. 103).

Widerstände ab, der an der Grenze geleistet wird. Daher wird sie mit dem Verhältnis der Dichten und dem Einfallswinkel wachsen. Obendrein trifft aber ein dünnes Bündel eine größere Fläche, wenn es schief auffällt, und zwar ist diese der Sekante des Neigungswinkels proportional. Die Sekante ist aber im dichtern Mittel zu messen, da sie im dünnern unendlich würde. Danach kommt Kepler zu dem Gesetz:

$$9) i - i' = C i \sec i'.$$

In einem Zusatze lehnt er noch die Annahme ab, daß die Brechung irgendwie von der Stärke des Lichtes oder von der Entfernung der Lichtquelle abhängt, damit auch die Grundlage der drei verschiedenen Brahe'schen Refraktionstafeln.

Er prüft sein Gesetz an der Ptolemäischen (Witelo'schen) Tafel. Indem er den zu 80° Einfallswinkel gehörenden Brechungswinkel als richtig annimmt, bestimmt er die Konstante C und kann dann für andere Einfallswinkel die Gleichung 9) durch ein Näherungsverfahren auflösen (vgl. die dritte Reihe der ersten Tafel).

Daß seine Ergebnisse von Witelos Tafel bis etwa $\frac{1}{2}^\circ$ abweichen, erklärt er durch deren künstliche Entstehung. Nun ist der Fortschritt der Keplerschen Vorschrift gegen die Anlage der Ptolemäischen Tafel unverkennbar. Die letztgenannte ließe sich auf die Formel

$$10) i' = C_1 i - C_2 i^2$$

bringen, Keplers hingegen in eine Reihe von der Gestalt entwickeln:

$$11) i' = (i - C) i - \frac{1}{2} C (i - C)^2 i^3 +$$

Das Snelli'sche Brechungsgesetz liefert hingegen die Entwicklung:

$$12) i' = (i - C) i - \frac{1}{6} C (i - C) (2 - C) i^3 + =$$

$$n i - \frac{n^2 - 1}{6n^3} i^3 + \dots$$

Die beiden letzten Formeln stimmen nicht nur darin überein, daß es ungerade Funktionen sind¹⁰, auch die Koeffizienten der dritten Potenzen weichen für Brechungsverhältnisse zwischen 1 und 2 wenig voneinander ab, sie sind für $n = \frac{4}{3}, \frac{3}{2}, \frac{5}{2}$, nach 11) $\frac{9}{128}, \frac{2}{27}, \frac{9}{125}$, nach 12) hingegen $\frac{7}{128}, \frac{5}{81}, \frac{8}{125}$. Daher erhält Kepler, obgleich sein Ausgangswert nicht gut ist, für kleine Winkel einen ziemlich mit dem wirklichen übereinstimmenden Gang (vgl. die dritte Reihe der ersten Tafel mit der letzten Reihe). Bessere Werte hätte er erhalten, wenn er von der Ptolemäischen Angabe für 50° ausgegangen wäre (vgl. die vorletzte Reihe, wo zwar nicht die Ptolemäische Zahl, aber der nur $2'$ abweichende, neu bestimmte Wert gewählt ist). Dagegen zeigt die Tafel, daß für große Einfallswinkel die Formel nicht genügen kann, und Kepler hat also Witelos Angaben doch noch zu sehr geglaubt: der richtige Wert für 80° führt, wenn man Keplers Formel annimmt, schon für kleine Winkel auf Abweichungen von $\frac{1}{2}^\circ$.

¹⁰ Für uns würde die Ptolemäische Vorschrift schon deshalb unleidlich sein, weil wir eine ungerade Funktion verlangen müssen. Auch Kepler mag ein richtiges Gefühl dafür gehabt haben.

Kepler geht nun zu seiner eigentlichen Aufgabe, der Untersuchung der astronomischen Refraktion, über. Er sieht sofort die Schwierigkeit, die Ptolemäus nicht lösen konnte, die in der Zwischenzeit aber gar nicht bemerkt wurde. Nimmt man auch die Lufthülle von gleichmäßiger Dichte an, so bleibt immer ein Unterschied zwischen dem beobachteten Winkel an der Erdoberfläche (dem scheinbaren Scheitelabstand des Gestirnes) (z in Abb. 2) und dem Winkel an der Grenze der Luft (Z'); ohne den Durchmesser a des Luftrings oder wenigstens sein Verhältnis zum Erdhalbmesser zu kennen, kann man den einen Winkel nicht aus dem andern ableiten. Hat man indeffen eine Reihe von Refraktionsangaben — Werten des Winkels R für verschiedene z — und kennt das Brechungsgesetz, so kann man mit Hilfe eines Näherungsverfahrens aus zwei solchen Werten sowohl a , wie (in der Keplerschen Vorschrift) C oder (im Snelliſchen Geſetz) n erhalten. Oder: Für große Höhen kann man $Z' = z$ annehmen, aus einer gemessenen Refraktion C ableiten und dann diesen Wert benutzen, um mit Hilfe eines anderen Winkels a zu bestimmen. Kepler versucht beide Wege unter Anwendung der Braheschen Tafel für die Sonne. Er benutzt also die Höhen von 0° und 1° einerseits, von 1° und 30° andererseits. Die Ergebnisse stimmen nicht befriedigend miteinander, und keins von beiden stellt Brahes Angabe für 14° Höhe dar. Kepler untersucht nun Brahes Tafel und findet, daß die Abnahme der Refraktion mit der Höhe durchaus nicht regelmäßig ist. Mit Recht bemerkt er, daß dies nicht in Ordnung sein könne, und schiebt es auf die ungleiche Größe der Refraktion zu verschiedenen Zeiten, die sicher einer der Gründe gewesen ist. Er entschließt sich also, Beobachtungen eines einzigen Tages zu verwenden, und wählt die Angaben Brahes vom Nachmittag des 16. Januar 1587 aus, bei denen die Sonne eine halbe Stunde lang kurz vor ihrem Untergange in 9 Höhen von $3^\circ 50'$ bis $0^\circ 35'$ beobachtet wurde. Kepler leitet aus der ersten und letzten die Werte für die beiden Konstanten (a und C) ab. Er kommt damit zu Refraktionsstafeln (dritte Reihe der zweiten Tafel), die trotz allem wesentlich besser mit unsern Kenntnissen stimmen als die Braheschen und von diesen nicht so stark abweichen, daß Kepler seine Grundſätze hätte verlassen müssen.

Für die Höhe der Lufthülle a erhält Kepler (I, 129) 0.0005578 Erdhalbmesser oder $\frac{1}{2}$ deutsche Meile = 3,7 km. Da die Dämmerungserſcheinungen auf wesentlich größere Höhen (12 Meilen; I, 78) schließen ließen, nimmt er oberhalb „rauchige Ausdünstungen“ an, also kleine Teilchen, die das Licht nur zurückwerfen, aber nicht brechen.

Will man von unserm heutigen Standpunkte aus das Verfahren beurteilen, so sei zunächst zu den Beobachtungen bemerkt: Statt $306^\circ 19'$ Sonnenlänge erhalte ich nur $306^\circ 14'.5$. Dies hebt etwa die Wirkung der geringeren Schiefe der Ekliptik auf. Die beobachtete Deklination ist wegen der geographischen Breite $19''$ südlicher. Die Verbesserung wegen Parallaxe ist statt $2\frac{1}{2}$ bis $3'$ nur $8''$. Im ganzen erhalte ich für die Refraktionen dieses Nachmittags:

	Kepler	Neu berechnet
Höhe 3°50'	14' 22"	11' 4"
30	15 45	12 44
10	17 14	14 24
2 50	18 21	15 15
40	19 44	16 39
5	21 23	18 22
1 15	27 53	24 38
0	29 0	25 47
0 35	31 10	28 41

Die Refraktionen stimmen für eine Durchschnittstemperatur von 3° C bis auf 1' mit den Bessel'schen Werten, eine Temperaturabnahme während der Beobachtungen ist angedeutet, wie an einem Winterabende wahrscheinlich. Der erste und letzte Wert sind etwa 1' zu klein, gerade sie hat Kepler benutzt, was den durch die irrtümliche Parallaxe entstandenen Fehler zum Teil aufgehoben hat.

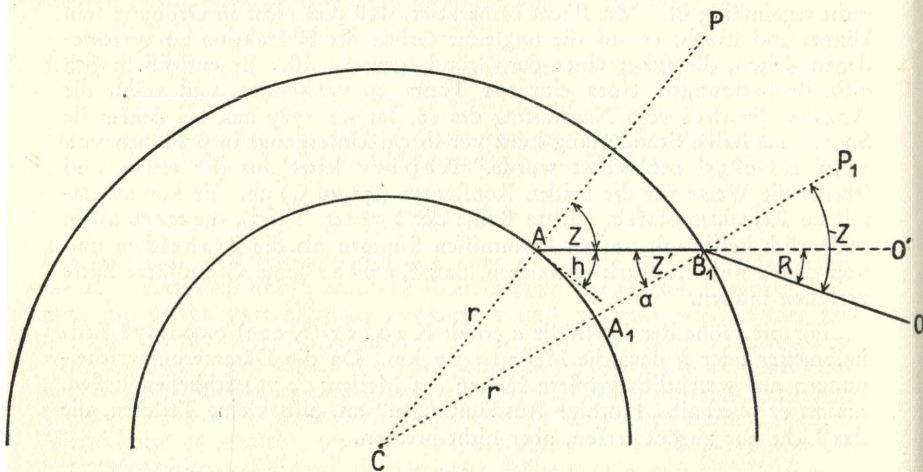


Abb. 2

Abb. 2. Die Bestimmung der Refraktion nach Kepler. C ist der Mittelpunkt der Erde; A, A₁ liegen auf der Oberfläche, A ist der Beobachtungsort. B₁ liegt auf der Oberfläche der gleichförmig dicht angenommenen Lufthülle. O B₁ A ist ein Strahl, der von einem Sterne O kommt, in B₁ gebrochen wird und daher von O' zu kommen scheint. P A B₁ = z = 90° - b der scheinbare Scheitelabstand; P₁ B₁ O = Z der Einfallswinkel, A B₁ A₁ = P₁ B₁ O' = Z' der Brechungswinkel an der Lufthülle, O B₁ O' = R die Refraktion, C A = C A₁ = r der Halbmesser der Erde, A₁ B₁ = a die Höhe der Lufthülle.

Die Refraktion ist bekanntlich seit Kepler viel behandelt worden, aus der berühmten Arbeit von C. Bruhns (6) führe ich die Namen G. D. Caffini, P. Bouguer, N. L. de Lacaille, Th. Simpson, J. Bradley, L. Euler, J. L. Lagrange, Chr. Kramp, P. S. Laplace, F. W. Bessel an und fasse das Ergebnis ihrer Untersuchungen, soweit es hier in Frage kommt, kurz zusammen:

Aus dem Snelli'schen Brechungsgesetz folgt (Abb. 2) für die Keplersche Annahme einer gleichmäßigen Dichte der Lufthülle

13) $\sin Z = n_0 \sin (Z - R) = n_0 \sin Z \cos R - n_0 \cos Z \sin R$,
wo n_0 das Brechungsverhältnis der Luft gegen den leeren Raum ist.

Man kann nun annehmen, daß die Refraktion so gering ist, daß man $\sin^3 R$ vernachlässigen kann, dies führt auf:

14) $n_0 \sin Z \sin^2 R + 2 n_0 \cos Z \sin R = 2 (n_0 - 1) \sin Z$,
und hieraus folgt für R der Näherungswert:

$$15) \sin R = \frac{n_0 - 1}{n_0} \operatorname{tg} Z - \frac{(n_0 - 1)^2}{2n_0^2} \operatorname{tg}^3 Z.$$

Zwischen Z und z besteht die Beziehung:

$$16) \sin Z = \frac{n_0 r}{r + a} \sin z$$

(r Erdhalbmesser, a Höhe der Luft), oder:

$$17) \operatorname{tg} Z = \frac{n_0 r \sin z}{\sqrt{(r + a)^2 - n_0^2 r^2 \sin^2 z}}.$$

Nun ist a klein gegen r , und wir beschränken uns auf die Höhen, für die man $\frac{a^2}{r^2 \cos^2 z}$ und $\frac{(n_0 - 1)^2}{\cos^2 z}$ noch gegen 1 vernachlässigen kann, also:

$$18) (r + a)^2 - n_0^2 r^2 \sin^2 z = r^2 \{ \cos^2 z - (n_0^2 - 1) \sin^2 z + \frac{2a}{r} \}$$

$$19) \operatorname{tg} Z = n_0 \left\{ \operatorname{tg} z + \frac{1}{2} (n_0^2 - 1) \operatorname{tg}^3 z - \frac{a \operatorname{tg} z}{r \cos^2 z} \right\}$$

$$20) \sin R = (n_0 - 1) \left\{ \operatorname{tg} z + \frac{1}{2} (n_0 - 1) \operatorname{tg}^3 z - \frac{a \operatorname{tg} z}{r \cos^2 z} \right\}$$

Diese Formel besteht aber auch, wenn die Dichte nach oben abnimmt; nur muß die Abnahme ständig und stetig erfolgen, und der Unterschied gegen den leeren Raum in einer Höhe verschwinden, die gegen den Erdhalbmesser klein ist. a ist dann in der Formel aber nicht diese Grenzhöhe, sondern eine kleinere, von der Art der Abnahme abhängige Strecke, n_0 das Brechungsverhältnis der Luft an der Erdoberfläche gegen den leeren Raum. Aus 20) kann man mit zulässigen Vernachlässigungen die Simpfonsche Formel ableiten:

$$21) R = \left\{ (n_0 - 1) - \frac{1}{2} (n_0 - 1)^2 \right\} \operatorname{tg} \left\{ z - \left(\frac{a}{r} \cdot \frac{1}{n_0 - 1} - \frac{1}{2} \right) R \right\} \\ = c \operatorname{tg} (z - m R).$$

Kennt man R für zwei Werte von z , so kann man c und m , und sodann R für alle übrigen z bestimmen (Auflösung durch Näherung). Die Besselsche, nach einer sorgfältig überlegten Theorie berechnete Tafel wird bei-

spielsweise durch die Werte $c = 57''.81$, $m = 4.11$, also $n_0 = 1.000\ 280$, $\frac{a}{r} = 0.00129$ (doppelt so groß wie bei Kepl er) bis $z = 82^\circ$ mit Abweichungen von nicht über $1''$, bis 88° auf r' dargestellt.¹¹

Man vergleiche nun weiter die Ergebnisse der Kepl er'schen Vorschrift mit dem Snell'schen Brechungsgesetz (Tafel III). Schon aus Tafel I folgt, daß sie im allgemeinen für zwei verschiedene Einfallswinkel denselben Wert geben. Im Falle eines geringen Brechungsunterschiedes kann dies für einen Einfallswinkel von mittlerer Größe und einen solchen von nahezu 90° eintreten. Für Winkel von $70-90^\circ$ gibt Keplers Regel die Ablenkung einige Minuten zu groß, für kleine Winkel kann sie sehr gute Werte geben. Brahes Refraktionen waren eben für große Scheitelabstände etwas zu groß, dies hat zweifellos Kepl er's Werte für kleine Scheitelabstände günstig beeinflusst.

Die Untersuchung gibt ein schönes Bild von Kepl er's Arbeitsweise. Er ist nicht in erster Linie Beobachter, vielleicht ist er deshalb zu sehr geneigt, die Beobachtungen mit möglichst großem Einfallswinkel zu bevorzugen, die rein mathematisch Vorzug verdienen würden, wenn sie nicht aus andern Gründen unsicher wären. Etwas zu viel vertraut er doch noch seinen Vorgängern, sowohl seinem großen Lehrer T. Brahe — mag er ihn auch in Einzelheiten zu verbessern suchen — wie auch Witelo, oder eigentlich Aristarch und Ptolemäus. Man sieht, wie lange oft Irrtümer bedeutender Männer schaden können. Bewundern muß man nicht nur seine mathematische Leistung, sondern auch das sichere Gefühl, mit dem er das Wesentliche vom Unwesentlichen trennte, und auch, wo seine Schlüsse nicht zwingend scheinen, mit tiefem Blick das Richtige oder doch einen Teil ahnte.

Bemerkenswert ist, daß er auch da, wo er irrte, den Fortschritt der Wissenschaft nicht aufgehalten, sondern weitere Forschungen angeregt hat. Liest man seine Darstellung, so sieht man, daß er nicht bloß Tatsachen mitteilen, sondern auch den nachstrebenden Leser in seine Art zu forschen einführen wollte. Und wo ihm Zweifel kamen, hat er selbst darauf aufmerksam gemacht.

Schon seine Briefe zeigen, wie er weiter wirkte.¹²

Auf seinen Briefwechsel mit Brenng er habe ich schon früher hingewiesen. Es ist dort auch die Frage eines sich stetig ändernden Mittels erörtert. Kepl er verweist darauf, daß in diesem Falle der Lichtweg eine Kurve sein werde (^{1a}, S. 46/7).

An einer Stelle hatte Kepl er versucht, aus der Brechung der Luft ihr spezifisches Gewicht abzuleiten (Kap. IV, 6 Prop. X), wobei er freilich einen Fingerzeig überfah, den ihm Brahes Bemerkung (Anm. 7 gegen Ende) lieferte. Th. Harriot wurde (Schreiben vom 2. Dezember 1606; ^{1a}, S. 71) zu Versuchen veranlaßt, die bewiesen, daß ein solcher Zusammenhang nicht besteht, eine Kenntnis, die freilich erst allmählich allgemein wurde.

¹¹ Die Besselsche Refraktionstafel gilt für $+9,03\ C$ und 751.5 mm Barometerstand, hierfür erhält man nach Landolt und Börnstein $n_0 = 1.000\ 280$.

¹² Der folgende Teil ist bis auf wenige Einzelheiten eine Zusammenfassung meines früheren Aufsatzes (2).

In seiner zweiten optischen Arbeit (8) beschreibt Kepler auf den ersten Seiten einige Versuche und Messungen, gibt nahezu richtig an, daß bei Bergkristall die Ablenkung durch Brechung bis auf 48° steigt und stellt im Anschluß daran die Tatsache der Totalreflexion fest.¹³ Da er sich im folgenden auf gewöhnliche Linsen und die Nähe der Achse beschränkt, kommt er mit der Tatsache aus, daß bei kleinem Einfallswinkel die Brechung dem Einfallswinkel nahezu proportional ist.

Vor allen Dingen hat Kepler, wie schon gesagt, den Entdeckern des Brechungsgesetzes den Weg gewiesen. Nachdem er von den Kegelschnitten gehandelt hat, stellt er die Frage (1, Kap. IV, 5; letzte Hälfte): Welchem Kegelschnitt muß die Meridiankurve einer Fläche ähnlich sein, die von einem Punkte in einem dichten Mittel kommendes Licht so ablenkt, daß es im dünnen Mittel streng parallel verläuft? Er bedient sich der Witeloschen Tafel und stellt durch ein Zeichenverfahren fest, daß die Kurve ins Unendliche verläuft und ihre Arme auseinanderstreckt, also hyperbelähnlich ist. Er kommt noch zweimal darauf zurück (1, Kap. V, 3 Prop. XXIV; 2, Prop. LIX), hält die Kurve aber nicht für eine genaue Hyperbel. Die Bedeutung liegt hier vor allem in der Fragestellung, freilich auch in der eigenartigen Behandlung durch Zeichnung. Es war eine selbständige und bedeutende Leistung von R. Descartes, daß er — dies ist seinen Briefen zufolge sein Vorgehen gewesen — eine hyperbolische Fläche möglichst genau herstellen ließ, feststellte, daß sphärische Abweichungen nicht vorhanden waren und nun von diesem Ergebnisse aus das Brechungsgesetz ableitete. Eine mathematische Bestätigung fand er dann, indem er, ein von Kepler für die Spiegelung angewandtes Verfahren verallgemeinernd, (vgl. meine frühere Bemerkung: 2, S. 95) die Fortpflanzung des Lichtstrahls in zwei Komponenten parallel und senkrecht zur Grenzfläche zerlegte.

Bei seiner Veröffentlichung (1637) hat es Descartes unterlassen, auf die Anregung durch Kepler hinzuweisen. Er ist hart dafür gestraft worden; kaum hätte Is. Voß ihm zwölf Jahre nach seinem Tode unter Hinweis auf eine unveröffentlichte Abhandlung von W. Snell den Vorwurf eines geistigen Diebstahls machen können, wenn der Zusammenhang allgemein bekannt gewesen wäre.¹⁴

W. Snell (1581—1626)¹⁵ hat sich auf dem Gebiet der Geodäsie einen Namen gemacht. Seine von Is. Voß erwähnte optische Arbeit scheint ver-

¹³ Auf Beobachtungen an Bergkristall kommt Kepler auch in einem Briefe an M. Mästlin zurück (22. Dez. 1616: 1a S. 32). Wenn er freilich seine Vorchrift durch eine andere ersetzen will, — sie wäre $i-i' = C i' \sec i'$ zu schreiben — so ist diese weniger gut als die frühere.

¹⁴ Während des Drucks wurde ich auf einen Aufsatz von D. J. Korteweg (8 A) aufmerksam. Korteweg führt einen Brief von Golius an Konstantin Huygens (1. XI. 1632) an, aus dem hervorgeht, daß Golius schon damals erkannt hatte, wie aus den hinterlassenen Papieren Snells dasselbe Gesetz folge, das ihm Descartes mündlich mitgeteilt hatte. Korteweg meint, Descartes habe das Gesetz unabhängig gefunden, sei aber sicher vor 1637 von seinem Freunde Golius auf die Hinterlassenschaft aufmerksam gemacht worden — keine unbedingt sichere Schlußweise.

¹⁵ Das Geburtsjahr 1591 ist falsch. P. van Geer (6 A).

loren zu sein. Neuerdings hat man von ihm Anmerkungen zur Optik F. Risners gefunden. Es ist erst der Anfang veröffentlicht worden (¹¹). Aus der Vorrede des Herausgebers Vollgraff geht hervor, daß sie vor der Entdeckung des Brechungsgesetzes geschrieben sind, sie gehen bis 1622, eine Stelle zeigt immerhin in der später verfolgten Richtung. Chr. Huygens bestätigt an zwei von Vollgraff angeführten Stellen, daß er das Werk von Snell gesehen hat und daß es auf einer großen Zahl von Versuchen beruhte.

Nach der kurzen, von Is. Voß angeführten Stelle hat Snell die Aufgabe gelöst, die sich Kepler vergeblich gestellt hatte (S. 155/7), nämlich, das „Bild“ bei einer ebenen Grenzfläche, d. h. den Schnitt des gebrochenen Strahls mit dem Lot festzustellen. In der Sprache der Abb. 1 kommt er auf das Gesetz:

$$A_0 B_0 : A_0 C_0 = A_1 B_1' : A_1 C_1 = \dots = A_6 B_6' : A_6 C_6$$

oder:

$$\operatorname{cosec} i : \operatorname{cosec} i' = \operatorname{Const.},$$

d. h. das Brechungsgesetz. Danach ist auch diese frühere, aber erst später veröffentlichte Entdeckung dieses Gesetzes auf Keplers Anregung zurückzuführen.¹²

Quellenangaben.

1. *Alhazen*, *Opticae thesaurus Alhazeni Arabis libri septem* Ed. F. Risner. Basileae, apud episcopios 1572.
- Boegehold, H.*, Einiges aus der Geschichte des Brechungsgesetzes. *Centr. Ztg. f. Opt. u. Mech.* 1919. 40. 94/7, 103/5, 113/6, 121/4.
3. *Brabe, Tycho*, *Epistolarum astronomicarum libri* Bd. Uranienburg: 1596. Die ganzen Briefe in der Gesamtausgabe:
- 3a. —, *Opera omnia* (I. L. E. Dreyer und Joh. Raede). Bd. VI—VIII. Kopenhagen, Gyldendal 1919, 1924, 1925.
4. —, *Stellarum octavi orbis inerrantium accurata restitutio*. Wandsbeck: 1598. *Opera omnia*. Bd. III. S. 331/89. 1916.
5. —, *Astronomiae instauratae progymnasmata*. Prag 1602. *Opera omnia* Bd. II/III. 1915/6.
6. *Bruhns, C.*, Die astronomische Strahlenbrechung in ihrer historischen Entwicklung. Leipzig, Voigt & Günther. 1861.
- 6 A. *van Geer, P.* Notice sur la vie et les travaux de Willebrord Snellius. *Arch. néerl.* 1883. 18. 452/68.
7. *Kepler, Joh.*, *Ad Vitellionem paralipomena, quibus astronomiae pars optica traditur* . . . Frankfurt, ap. C. Marmium et haer. 1604.
Neue Ausgabe:
- 7a. *Ch. Frijch*: *Joannis Kepleri opera omnia*. Bd. II S. 119—446.
(Dazu Teile von Keplers Briefwechsel ebenda S. 1—118.)
Die optisch wichtigsten Teile sind von F. Plehn ins Deutsche übersetzt und von M. v. Rohr herausgegeben:

¹² Ich habe vor elf Jahren gefragt, ob Snell den Briefwechsel zwischen Kepler und Brenger kannte, der erst 1718 von M. G. Hanfich veröffentlicht wurde. Heute halte ich es für durchaus möglich, daß die Kenntnis von Keplers Darstellung allein Snell weitergeführt hat.

- 7b. Kap. 2—4, Oftw. Kl. Nr. 198, Leipzig 1922.
 Kap. 5 [Ztschr. f. ophth. Opt. 1920/1. Bd. 8 u. 9] unter dem Titel:
 J. Keplers Behandlung des Sehens.
8. —, —, Dioptrice Augsburg, Dav. Franc 1611.
- 8a. *Frisch*: Opera omnia Bd. II.. 515/74.
- 8b. In deutlicher Übersetzung von F. Plehn: Oftw. Kl. Nr. 144. Leipzig 1904.
- 8 A. *Korteweg, D. J.*, Descartes et les manuscrits de Snellius d'après quelques documents nouveaux. Rev. de metaph. et de mor. 1896. 4. 489/501. 4 Abb.
9. *Ptolemäus, Cl.*, L'ottica di Claudio Tolemäo [G. Govi.] Torino, G. B. Paravia 1885.
- Tupman, G. L.*, A comparison of Tycho Brahe's meridian observations of the sun with Leverrier's solar tables.
 The Observatory. 1900. 23. 132/5. 165/71. vgl. auch 211/2.
- [*Snell, W.*], Risneri optica cum annotationibus Willebrordi Snellii editit I. A. Vollgraff. Pars prima, librum primum continens (Werken, uitg. von d. Rijksuniversiteit Gent Nr. 3, Gent, in aedibus Plantini 1918)
- Witelo (Vitellio)*, Vitellionis mathematici doctissimi περι ὀπτικῆς libri X.
 Herausgeg. v. G. Tanstetter und P. Apian. Norimbergae 1533 u. 1551, auch 1572 mit Alhazens zusammen von F. Risner.
13. *Wolf, Rud.*, Handbuch der Astronomie. 2 Bde. Zürich, F. Schultheß. 1890 bis 1893.

Tafel I. Brechung aus Luft in Wasser.

Brechungswinkel i' .

Einfallswinkel i	nach Witelo (Ptolemäus)	nach Keplers Berechnung	nach Keplers Regel $i - i' = C i \sec i'$, wenn der Wert für 50° mit der folgenden Spalte stimmt	nach dem Brechungsgesetz $\sin i = n \sin i'$, für $n = 1.33451$.
0°	0°	0°	0°	0°
5°			3° 46' 18"	3° 44' 41"
10°	7° 45'	7° 34'	7° 31' 39"	7° 28' 36"
15°			11° 15' 03"	11° 10' 59"
20°	15° 30'	15° 01'	14° 55' 34"	14° 51' 00"
25°			18° 32' 11"	18° 27' 45"
30°	22° 30'	22° 11'	22° 03' 53"	22° 00' 14"
35°			25° 29' 41"	25° 27' 18"
40°	29° 0'	28° 58'	28° 48' 34"	28° 47' 39"
45°			31° 59' 36"	31° 59' 46"
50°	35° 0'	35° 14'	35° 01' 53"	35° 01' 53"
55°			37° 54' 40"	37° 51' 59"
60°	40° 30'	40° 52'	40° 37' 20"	40° 27' 44"
65°			43° 09' 26"	42° 46' 33"
70°	45° 30'	45° 49'	45° 30' 46"	44° 45' 39"
75°			47° 41' 18"	46° 22' 10"
80°	50° 0'	50° 0'	49° 41' 15"	47° 33' 26"
85°			51° 30' 59"	48° 17' 13"
90°	[54° 0'] extrapoliert	53° 30'	53° 11' 01"	48° 31' 59"

Tafel II. Refraktion.

Refraktion R.

Scheinbarer Scheitelabstand z	Von Tycho Brahe beobachtet	Von Kepler ¹⁷ berechnet	Nach Bessel
0°	0' 00"	0"	0,0"
10°	0' 00"	7"	10,2"
20°	0' 00"	15"	21,0"
30°	0' 00"	25"	33,3"
40°	0' 00"	37"	48,4"
45°	0' 05"	47"	57,7"
50°	0' 10"	1' 00"	1' 08,7"
55°	0' 35"	1' 13"	1' 22,3"
60°	1' 25"	1' 28"	1' 39,7"
65°	2' 30"	1' 53"	2' 03,2"
70°	4' 30"	2' 31"	2' 37,3"
75°	7' 30"	3' 31"	3' 32,1"
76°	8' 00"	3' 50"	3' 47,4"
77°	8' 30"	4' 20"	4' 04,9"
78°	9' 00"	4' 42"	4' 25,0"
79°	9' 30"	5' 0"	4' 48,5"
80°	10' 00"	5' 33"	5' 16,2"
81°	10' 30"	6' 15"	5' 49,3"
82°	11' 15"	7' 0"	6' 29,6"
83°	12' 45"	8' 5"	7' 19,7"
84°	13' 30"	9' 31"	8' 23,3"
85°	14' 30"	11' 12"	9' 46,5"
86°	15' 30"	14' 11"	11' 38,9"
87°	17' 00"	17' 16"	14' 14,6"
88°	20' 00"	22' 20"	18' 03,6"
89°	26' 08"	28' 0"	24' 24,6"
90°	34' 00"	etwa 36'	34' 54,1"

¹⁷ Da Keplers Tafel nach dem Winkel Z im Himmelsraum fortföhreitet, habe ich eine Anordnung nach z durch Interpolation festgestellt. Von Brahes Tafeln habe ich nur die für die Sonne berücksichtigt.

Tafel III.

Brechung zwischen dem leeren Raum und der Luft.

1,000292.

(0° C, 760 mm)

Einfalls- winkel i = Z	Brechungswinkel, nach Keplers Formel berechnet	i - i'	Brechungswinkel nach dem Brechungsgesetz	i - i'	
5°	4° 59' 55,4"	04,6"	4° 59' 54,7"	05,3"	5° 0,3'
10°	9° 59' 50,6"	09,4"	9° 59' 49,4"	10,6"	10° 0,6'
15°	14° 59' 45,7"	14,3"	14° 59' 43,9"	16,1"	15° 0,9'
20°	19° 59' 40,6"	19,4"	19° 59' 38,1"	21,9"	20° 1,2'
25°	24° 59' 34,6"	25,4"	24° 59' 31,9"	28,1"	25° 1,5'
30°	29° 59' 28,0"	32,0"	29° 59' 25,2"	34,8"	30° 2,1'
35°	34° 59' 20,6"	39,4"	34° 59' 17,8"	42,2"	35° 2,4'
40°	39° 59' 11,8"	48,2"	39° 59' 09,5"	50,5"	40° 2,8'
45°	44° 59' 01,3"	58,7"	44° 58' 59,8"	1' 00,2"	45° 3,4'
50°	49° 58' 48,3"	1' 11,7"	49° 58' 48,3"	1' 11,7"	50° 4'
55°	54° 58' 31,6"	1' 28,4"	54° 58' 34,0"	1' 26,0"	55° 5'
60°	59° 58' 09,4"	1' 50,6"	59° 58' 15,7"	1' 44,3"	60° 6'
65°	64° 57' 38,3"	2' 21,7"	64° 57' 50,9"	2' 09,1"	65° 7,3'
70°	69° 56' 51,6"	3' 08,4"	69° 57' 14,7"	2' 45,3"	70° 9,5'
75°	74° 55' 33,9"	4' 26,1"	74° 56' 15,8"	3' 44,2"	75° 13,
80°	79° 52' 59,7"	7' 00,3"	79° 54' 19,9"	5' 40,1"	80° 20,
81°	80° 52' 09,0"	7' 51,0"	80° 53' 42,1"	6' 17,9"	81° 22,
82°	81° 51' 06,1"	8' 53,9"	81° 52' 54,8"	7' 05,2"	82° 25,
83°	82° 49' 46,4"	10' 13,6"	82° 51' 54,3"	8' 05,7"	83° 29,
84°	83° 48' 02,2"	11' 57,8"	83° 50' 34,3"	9' 25,7"	84° 34,3'
85°	84° 45' 40,9"	14' 19,1"	84° 48' 44,4"	11' 15,6"	85° 42'
86°	85° 42' 20,2"	17' 39,8"	85° 46' 03,2"	13' 56,8"	86° 55,5'
87°	86° 37' 17,7"	22' 42,3"	86° 41' 46,4"	18' 13,6"	88° 28'
88°	87° 29' 08,9"	30' 51,1"	87° 34' 03,8"	25' 56,2"	—
89°	88° 15' 07,5"	44' 52,5"	88° 17' 31,9"	42' 28,1"	—
90°	88° 51' 00,9"	1° 08' 59,1"	88° 36' 54,9"	1° 23' 05,1"	—

Ich habe auch hier wieder die zweite Reihe so berechnen lassen, daß sie für 50° mit der vierten übereinstimmt.

Um den Anschluß an Keplers Verfahren zu gewinnen, habe ich für $\frac{a}{r} = 0,00129$ unter Keplers Voraussetzungen den Winkel z berechnen lassen (letzte Spalte). Dieser Winkel wird 90° für $Z = 87° 26,5'$.

KEPLERS PHILOSOPHIE UND ASTROLOGIE.

VON HOCHSCHULPROFESSOR DR. JOSEPH ENGERT,
z. Z. REKTOR DER PHIL.-THEOL. HOCHSCHULE REGENSBURG.

Wer den Astrologen Kepler verstehen will, muß in den ganzen Kepler eindringen. Dieser aber ist in erster Linie Philosoph, der Philosoph der im Weltall durch göttliche Schöpferhand verwirklichten Harmonien, deren Dynamik im Psychischen liegt. Kepler sucht Verhältnisse, wo Galilei und Newton Gesetze der Bewegung finden. So denkt Kepler rein geometrisch in Proportionen und Verhältnissen, denen an sich keine dynamische Kraft zukommt; Galilei und Newton sind Mechaniker, für welche die Massenatome zu Kraftpunkten werden. Für Kepler ist diese Voraussetzung eine unausgesprochene Unmöglichkeit — wie sollen Atome und Massen „wirken“, da Wirken für ihn soviel wie Tätigkeit bedeutet? Daher sieht er dort noch eine philosophische Frage, wo sie die Mechaniker nicht mehr sehen: Was heißt Ursache-fein? Es gibt für ihn nur ein einziges Prinzip des Tätigseins, gemäß dem Zeugnis der unmittelbaren Erfahrung: das ist die Seele, und so löst er die Frage der Verursachung psychisch. Keplers ganze Weltauffassung ist daher theistisch und teleologisch, bewußt vorherbestimmt. Es ist seine ganze Freude, die vorbestimmten Harmonien des göttlichen Weltplanes zu finden, durch mühsame Einzelbeobachtung ohne jede Voraussetzung. Es ist sein Streben, deren Wirkung zu erklären aus feilisch-geistigen Energien heraus, welche über den bloßen Proportionen stehen, als erfindende und schaffende dynamische Mächte. Keplers Methode ist völlig voraussetzungslos, und das gibt ihm den Vorzug vor Galilei, macht den Blick des Forschers weit und groß, während Galileis bloß-mathematische Denkweise den Blick auf das mathematische Wissenschaftsideal einengt, ihn für alles Nicht-Mathematische verschließt: Für Galilei ist das Buch der Natur in mathematischer Sprache geschrieben; seine Schriftzüge sind Dreiecke, Kreise und andere geometrische Figuren, ohne deren Hilfe es nicht möglich ist, irgend etwas davon zu verstehen (Opere ed. Albèri IV 171). Damit hat Galilei das Problem der *I n d u k t i o n* auf eine falsche Basis gestellt: Für ihn ist das Erste die mathematische Berechnung, welche den Oberatz des Beweises zuvor sichert und unabhängig von den Einzelfällen begründet; das Zweite die messende Zergliederung des Einzelfalles, welche prüft, ob das vorausgesetzte Gesetz sich in ihm bewährt; und ist einmal durch Zergliederung und experimentelle Prüfung in einem

Einzelfall die Gültigkeit der vorausgesetzten gefetzmäßigen Beziehung festgestellt, dann ist der gewonnene Satz für immer gültig (vgl. Opere XII, 319 ff.; Überwegs Grundriß III¹², her. von Frisheifen-Köhler und Moog, 1924 S. 65). Man sieht leicht: Der Nachdruck des Wahrheitsbeweises und das Kriterium der Wahrheit liegt gänzlich auf der subjektiven Evidenz der vorausgesetzten mathematischen Formel: Galilei ist reiner Nominalist, dem das Auge für die tiefere philosophische Frage, warum überhaupt etwas nach diesen Formeln geschieht, abgeht. Kepler beobachtet, mißt und zählt, vergleicht in schlichter Sachlichkeit: darum fragt er: was geschieht, warum geschieht es, d. h. welches sind die wirksamen Urfachen, wie geschieht es? Darum gibt es für ihn keine Einengung des Blickfeldes auf das bloß Mechanische und Rechnerische, er unterscheidet, er beobachtet mit derselben Liebe und der Kraft der Unterscheidung die Physik der Himmelskörper wie das Leben der Pflanze und die eigene Seele. Kein Forscher geht heute nach Galileis Methode vor — Kepler, der allezeit bescheidene, sachhingeebene Forscher hat über Galilei gesagt.¹ Galileis unheilvolle Einwirkung bestand gerade darin, daß er die völlig rationale, mathematische Betrachtungsweise zur allein gültigen erhob, damit den wissenschaftlichen Rationalismus als den adäquaten Ausdruck des Existierenden begründete und das Auge verschloß für die sachliche Eigenart der Biologie, Psychologie und Geschichte als Wissenschaft. Kepler, der Mathematiker und Mystiker, hatte, wie seine großen deutschen Vorgänger im Mittelalter: eine hl. Hildegard, Albert der Große, auch wie die Mathematiker Robert Grosseteste, der Bischof von Lincoln, und dessen Schüler Roger Bacon, denselben feinen Sinn und das aufgeschlossene Auge für die Bewegung der Gestirne, das seltsame Weben der Pflanzen und das Wirken der Tiere; aber auch für die innere Erfahrung, in den Rätselfn der Seele und den geheimnisvollen Einwirkungen transzendenter, nicht-physikalischer Mächte. Kepler ist nicht Rationalist. Wohl sagt er von der Geometrie: „Die Geometrie ist vor der Erschaffung der Dinge, gleich ewig wie der Geist Gottes; ist Gott selbst (was ist in Gott, was nicht Gott selbst ist?), und hat ihm die Urbilder für die Erschaffung der Welt geliefert; und sie ist mit dem Ebenbilde Gottes in den Menschen übergegangen, nicht erst durch die Augen in das Innere aufgenommen worden“ (Libri V Harmonices mundi IV, I; ed. Frisch V, 222; Harburger, Johannes Keplers Kosmische Harmonie, 1925 135 f.). Auch ist ihm das Nicht-Rationale die *materia informis*, die Gott in seinem unerforschlichen Ratschluß für das Schöpfungswerk zuließ; und nach Kepler hat das geometrisch Irrationale in Gottes Plan, also auch in seinem Wesen, keinen Platz. Aber nach Kepler ist Gott die Quelle dieser Rationalen, und es fällt ihm nicht ein, die menschliche, gefundene ratio der Seienden überhaupt gleichzusetzen, die geometrischen Proportionen für die einzigen Gegebenheiten zu erklären, wie das Galilei tut. Er sucht ja mit größtem Eifer den g a n z e n Weltplan Gottes zu erkennen, und die Seelen sind ihm die eigentlich tätigen Kräfte — v o r den geometrischen Proportionen, die nur die Norm dieser Tätigkeiten darstellen, als die notwendigen Harmonien.

¹ Galileis Methode folgt dem Dreischritt: Mathematische Berechnung, Experiment (zur Bestätigung der Berechnung), Ewige Wahrheit. Kepler folgt dagegen dem Dreischritt: Schlichte Beobachtung, messende Vergleichung, Theorie.

Die menschliche, d. h. für seine Erkenntnis die Euklidische Geometrie ist nur ein Spezialfall, ein Ebenbild der göttlichen Geometrie, nicht mit der göttlichen identisch. Sein System hätte auch für eine Nicht-Euklidische Geometrie Platz — weil diese auch wesentlich rational ist, Wirklichkeits-treu und in den Dingen neben anderen, vielleicht von uns nicht erkennbaren Wirklichkeiten gegeben sein kann. Sie kann nicht idealistisch sein, d. h. man darf nicht annehmen, daß die von uns erkannte Geometrie oder der erkannte göttliche Weltplan gar nichts mit den Gegebenheiten zu tun habe. In diesem Sinne ist Kepler Realist, der sein Denken geführt weiß durch schlicht aufgenommene, objektive Sachverhalte.

Darin liegt der Platonismus Keplers, den er selbst aus dem Buche des Neuplatonikers Proklos Diadochos, dem Kommentar zu den Elementen des Euklid L. I entnimmt: Manches, was dem Ungewöhnten an göttlichen Dingen zu schwierig und zu hoch ist, kann durch mathematische Schlüsse und Überlegungen als sichere Wahrheit nachgewiesen werden, durch ganz bestimmte Bilder einleuchtend und dem Meinungsstreit entrückt (*Harmonices mundi* III. Einl., ed. Frisch pag. 128; Harburger S. 51). Die Mathematik deckt sogar den Aufbau der mathematischen Formeln auf, nach denen dieses ganze Universum gebaut ist, und die Proportionen, welche die verschiedensten Erscheinungen des Kosmos untereinander verknüpfen, und welche Widerstrebendes vereinigen, Fernabliegendes miteinander in Zusammenhang und Wechselwirkung bringen. Kepler knüpft hier mit Proklos (l. c. IV, 1; ed. Frisch pag. 211; Harburger S. 99) an den Platonischen Timaios an, wo er den Ursprung der mathematischen Symbolik zur Beschreibung des Universums findet und zur Darstellung des Ursprungs der Elemente durch Zahl und Figur. Jedoch ist ihm, wie dem Plato, diese Mathematik nur eine Art der Harmonie — die viel tiefere und bedeutendere ist jene in der Seele, und mit demselben Plato meint Kepler: Die Mathematik habe uns den Weg zur Vollkommenheit zu führen, indem sie unserem Charakter ein Geordnetsein, nämlich Zurückhaltung, anständige Gesinnung und ein harmonisches Verhalten im Umgang mit den Mitmenschen einprägt; Raumfiguren, Melodien und Zahlen werden Symbole für Haltung und Bewegung der Tugendhaften, Proportionsverhältnisse der Zahlen unterscheiden die Tugenden als arithmetische, geometrische und harmonische. Der negative Endpunkt dieses Platonismus ist die schroffe Ablehnung jeder bloß mechanistischen Theorie: „Was für ein Verhältnis, frage ich, soll bestehen zwischen der Reizung des Gehörorgans (eines körperlichen Dinges), und dem eigenartigen Lustgefühl, welches wir über die harmonischen Wohlklänge tief im Innersten der Seele empfinden?“ (*Harmonices mundi* III, ed. Frisch pag. 138; Harburger S. 78). Der Geist und die menschliche Seele unterscheiden die wohl lautenden Maßverhältnisse. Der positive Endpunkt ist der Aufbau eines durchaus teleologisch gerichteten Weltgebäudes, metaphysisch und psychologisch gefaßt: Die Geometrie — Gott von Ewigkeit innewohnend und im Geiste Gottes widerleuchtend — hat Gott die Urbilder geliefert zum Bau dieser Welt, damit sie die beste und schönste sei und dem Schöpfer ähnlich werde. Soviel Lebensgeister, Seelen und Vernunftwesen über ihre Körper zu deren Leitung und Bewegung, Vermehrung, Erhaltung und Entwicklung gesetzt sind, soviel gibt es Ebenbilder Gottes im Weltall. Diese sollen die im

Weltall wirklich gewordenen Harmonien bewußt oder instinktiv auffassen, ja dieser sich bedienen zur Vollbringung der ihnen aufgetragenen Werke; wie z. B. die Witterung entsteht nach dem Geheiß der Proportionen in den Strahlen der leuchtenden Sterne; oder wie die Menschen- und Tierseele sich ergötzt an der sinnfälligen Wirkung der harmonischen Proportionen der musikalischen Stimmen. So lebt alles auf, wo Harmonie herrscht, und wird gelähmt, wo sie gestört wird (*Harmonices mundi* III, 1, ed. Frisch pag. 136 ff.; Harburger S. 73 ff.).

Man sieht leicht, wie das geometrische Denken Keplers die ganzen Gesichtspunkte seiner Philosophie oder Weltanschauung bestimmt, aber vereinigt mit der tiefen Einsicht, daß keine Proportion aus sich besteht oder gar verwirklicht ist, sondern nur durch die auffassende Seele oder einen Geist. Von da ausgehend untersuchte er (in den *Libri V Harmonices mundi*) zuerst die abstrakten (geometrischen) Verhältnisse, dann die wirklichen; von diesen wieder erst die in der Stimme des Menschen verwirklichten musikalischen Harmonien (die er als Menschenwerk oder Kunst bezeichnet, IV, 4; ed. Frisch pag. 232; Harburger S. 155); schließlich die in der Natur und in Gott wirklichen Proportionen. Erst von den wirklichen Proportionen her bestimmt er das Wesen der Harmonien überhaupt.

Es ist ein Unterschied zwischen den sinnfällig gegebenen Harmonien und den Harmonien an und für sich, die von den sinnfällig gegebenen abstrahiert sind. Erstere bestehen als Vielfache gemäß der Vielheit ihrer Träger, noch dazu mit individuellen Abweichungen; die letzteren oder reinen Harmonien sind immer ein- und dieselben. Die sinnfällig gegebenen Harmonien haben vier Bestimmungsstücke:

1. zwei sinnlich wahrnehmbare Dinge derselben Erscheinungsform, welche wegen ihrer quantitativen Art miteinander verglichen werden können;
2. die vergleichende Seele;
3. Empfindung und Bewußtwerden oder Aufnahme der Sinneseindrücke in die Seele;
4. ein geeignetes Maßverhältnis, welches die Harmonien bestimmt.

Das wichtigste ist die Tätigkeit der Seele. Denn wenn auch gewiß die Harmonie an sich etwas Einheitliches ist, so sind doch die sinnfälligen Bestimmungsstücke der Harmonie nicht an sich eine Einheit, und sie können nirgends anderswo als in der vergleichenden Seele vereinigt werden. Würde man die vergleichende Seele wegnehmen, dann würden auch die Harmonien verschwinden, wenn auch nicht die Dinge selbst. Daher ist die Vereinigung (oder Vergleichung) der zwei sinnfälligen Dinge oder Stücke (in der Harmonie), aus der das Bestehen einer Harmonie folgt, d. h. ihr Aufeinanderbezogen- oder Verglichenwerden für die bezogenen Dinge irgendwie dasselbe wie ihr Gehört- oder Gesehenwerden. Die Auffindung der zur Harmonie geeigneten Proportionen geschieht nun dadurch, daß sie die Seele an den sinnfällig gegebenen Dingen herausfährt, erkennt und die Ähnlichkeit dieser Proportion mit einem gewissen, im Innern der Seele gelegenen Urbild der Harmonie ans Licht bringt.

Die Bestimmungsstücke der urbildlichen Harmonie selbst sind der (mathematische) ganze Kreis und der in einem rationalen Verhältnis stehende Teil des Kreises, der durch geometrische Konstruktion auf den Kreisbögen abgezeichnet wird. Der Unterschied zwischen urbildlicher (reiner) und sinnfällig gegebener Harmonie ist dieser: Bei den reinen Harmonien werden die Bestimmungsstücke aus den mathematischen Gegebenheiten² (dem mathematischen Kreis, Segment und Sehne) genommen; bei den sinnlich gegebenen Harmonien haben sie keine (so vollständig) bestimmte Form, sondern sind nur Annäherungen an diese mathematischen Formen. Aber auch bei den reinen oder urbildlichen Harmonien ist der Geist notwendig, der die Bestimmungsstücke (vergleichend) auffaßt und unterscheidet. Also müssen diese Bestimmungsstücke der Harmonien (der mathematische Kreis und sein Bogen) auch im auffassenden Geiste drinnen sich befinden. Beide, die sinnfällig gegebene und die (mathematische) reine Harmonie, müssen demnach aus einer urbildlichen Harmonie, die schon vorher im erkennenden Geiste gegenwärtig ist, unterschieden und gewertet werden. Denn die *sinnfällig* gegebenen Darstellungen vom Kreis usw. können den Beweisgang nicht begründen, weil sie einer völlig rationalen Behandlung nicht zugänglich sind, und die *mathematischen* Figuren sind an sich nur Erkennbarkeiten, die ohne einen der Erkenntnis fähigen Geist nichts sind. Denn die Erkenntnis besteht in der Vergleichung, so z. B. wenn die Seite einer Figur gleich dem Halbmesser ist, und dieser Erkenntnisakt muß vollzogen werden, damit die urbildliche Harmonie wirklich im Innern der Seele aufleuchte. Da der Geist diese Art Erkenntnis (nämlich die mathematische) nie gelernt hat, vielleicht auch nie lernen kann, muß sie wie ein Instinkt angeboren sein. Der reine Geist würde den Dingen die (mathematische) Form vorzeichnen, selbst das Auge formen zur Erfassung solcher Dinge, auch wenn sie nicht da wären; und Gott selbst ist wesentlich Geometrie, die Geometrie in Gott hat ihm die Urbilder für die Erschaffung der Dinge gegeben. Kepler schließt mit dem Gedanken, der ihm den stärksten und höchsten Vernunft- (d. h. inneren) Grund liefert für solche Erkenntnis: Der Kreis ist Symbol für die Seele, und die Seele ist Nachbild oder Geschöpf Gottes, dessen Symbol die Kugel ist (vgl. Harm. mundi IV, 1 ed. Frisch B. V. 222 ff; Harburger S. 105—138). — Man kann sagen, daß Kepler das Problem der Mathematik klarer als Kant erfaßt hat und ähnlich wie Leibniz denkt. Denn Kant faßt die Mathematik lediglich als Selbstbewegung der (menschlichen) Kategorien auf und überieht, daß die Dinge selbst eine der menschlichen Vernunft transzendente Ordnung oder, um mit Kepler zu reden, Harmonie begründen.

Kepler muß naturgemäß ein besonderes Wort der Seele widmen bezw. der Frage, wie diese gemäß den Proportionen handle. Dafür verlangt er ein doppeltes Seelenvermögen, ein diskursives, geistiges oder etwas dergleichen; und ein tätiges. Das erstere ist nach Kepler wieder doppelt: eines, das die Proportionen findet, und das ist der obere Bezirk der Seele; ein anderes, das sie wahrnimmt an dem Sinnfälligen, unmittelbar erfaßt, der untere Bezirk der Seele, der nicht diskursiv denkt. Das kommt auch dem Ungebildeten, zu, sogar den Tieren, und ist wie ein Instinkt. Denn alle

² s. S. 239 f.

Ideen oder Formbeziehungen des Harmonischen wohnen denen inne, die zu ihrer Erfassung fähig sind und hängen von einem triebhaften Instinkt ab. So kommt es nach Kepler, daß diese Erfassung der sinnfälligen Harmonien dunkel, ohne vernunftmäßige Erwägung vor sich geht; wie durch eine Sympathie oder Seelenverwandtschaft. Ich möchte den im Sinne Keplers gelegenen Vergleich anwenden: wie die Saite auf die gleich gestimmten Harmonien reagiert. Diese Harmonien wohnen der Seele als etwas Lebendiges oder Tätiges inne — und damit tritt das zweite Seelenvermögen heraus, das tätige. Auch dieses Tätige ist doppelt; einmal mehr passiv; indem das Körperliche selbst wie naturhaft in harmonische Schwingungen gerät. Das andere höhere gleicht seine eigenen Tätigkeiten dem Harmonischen an. Gott selbst, als ewige Harmonie, hat im Schöpfungsakt diese in den einzelnen Dingen verschiedenn Harmonien ausgeatmet und allen Seelen eingeflößt, wie er wollte, mehr oder weniger (vgl. *Harmonices mundi* IV, 2; ed. Frisch pag. 224 ff.; Harburger S. 140 ff.). Was aber materiell ist, hat auch an Zahl und Größe teil; hat folglich auch Lage und Bewegung im Raume. Daher gibt es auch geometrische Proportionen der Himmelskörper unter sich — und was nun besonders wichtig wird, auch Proportionen in der Stellung hinsichtlich der räumlichen Lage und der Bewegungen derselben Körper, insbesondere in ihrer Stellung zum Tierkreis; veränderlich natürlich, da deren Bewegung ein andauerndes Geschehen ist, und auch in die Höhe und Tiefe sich erstreckt. Auch das hat Gott gewollt. Während aber der Mensch nur melodische Intervalle in seiner Musik verwendet, gehen die Planeten durch alle Intervalle stetig hindurch, so daß die reinen Verhältnisse nur besonders ausgezeichnete Fälle darstellen (vgl. *Harmonices mundi* IV, 3; ed. Frisch pag. 226 ff.; Harburger S. 148 ff.).

Ich fasse an dieser Stelle vorerst das philosophische Weltgebäude Keplers zusammen. Wie sich aus dem mathematischen Kreis und den diesem eingeschriebenen Figuren die verschiedenen Proportionen ergeben, so ergeben sich auch die in der Welt vorhandenen wirklichen Verhältnisse als Erscheinungsformen solcher Proportionen. Insofern ist das Denken Keplers rein geometrisch. Jedoch sieht er zu klar, daß sich so nur Erkennbarkeiten finden und daß damit noch kein Geschehen erklärt wird: so postuliert er als das Agens und Intelligens die Seele, durch welche das Geltende Wirklichkeit wird. Er entseelt also nicht wie Galilei die Natur, sondern findet in richtigem Instinkt das Geistige als das Wirkende, und kommt zu Gott, der als die Ur-Harmonie alle abgeleiteten Harmonien geschaffen hat, als die Ebenbilder seines eigenen Wirkens, in denen sich das Wirken des Schöpfers widerspiegelt. Kugel, Kreis und Proportion sind also auch nicht das Wesen der Seele und das Wesen Gottes, sondern Symbole oder Form ihres Wirkens: Wie der Kreis von einem Punkte aus mit Hilfe des Radius eine Linie beschreibt, die in sich selbst zurückkehrt, so gleicht ihm der Geist, der vom Ich getragen, alle Erkenntnisse und Tätigkeiten um sich beschließt. Es ist verständlich, daß Kepler in Entdeckerfreude alle Dinge befeelt, auch die Himmelskörper, und diese selbst zu lebendigen Harmonien macht, die bewußt oder unbewußt auf die allgemeinen Harmonien reagieren und sie verwirklichen.

So sind sie unbewußt auf gleichklingende Harmonien abgestimmt — die Erkenntnis der Harmonien in der bewußten Seele könnte man, um einen Kantischen Ausdruck zu gebrauchen, die *Dialektik* des Geistes nennen, in welcher der Geist die Erkenntnisse in Anregung durch die Sinne aus sich erzeugt. — Die erfahrungsmäßige Unterlage für dieses System ist die mathematische Naturerkenntnis, welche durch die erkennende Seele selbst verwirklicht wird; wo diese phantasiemäßig ausgestaltet wird — wie in der Belebung der Gestirne — kann sie leicht korrigiert werden, da sie den symbolischen Charakter unserer Wirklichkeitserkenntnis nicht verkennt.

Es ergibt sich von hier aus der Eingang zur *Astrologie* Keplers. Die erste Voraussetzung für diese ist die Annahme Keplers, daß die Menschenseelen in ihrer Tätigkeit selbst Harmonien sind; ebenso auch die Dinge, vor allem die Erde und die anderen Gestirne, die also als innerliche Harmonien befeelt sein müssen. Die andere Voraussetzung ist diese: Die Gestirne bilden auf ihrer Bahn von Zeit zu Zeit bestimmte, proportionierte Stellungen zu einander am Tierkreis aus, Konstellationen, durch welche gleichsam die ihnen an sich inwohnende Harmonie gestärkt (oder gestört) wird, so daß der Einfluß auf die gleich abgestimmten Menschenseelen gestärkt wird und diese darauf instinktiv reagieren (*Harmonices mundi* IV, 4).

Demgemäß entwickelt Kepler die verschiedenen wirksamen Konstellationen oder Aspekte, die Gründe und die Bedeutung derselben in eingehender Darlegung. Uns belangt hier nur die Ursache der astrologisch wirksamen Sternstellungen, die Kepler angibt bzw. deren Wirkungsweise. Kepler sagt nämlich: Die astrologische Wirksamkeit kommt der Sternstellung insofern zu, als sie ein Gedankending ist; also nicht unmittelbar wie der Regen die Erde aufweicht, sondern mittelbar, durch die Erweckung des Seelenvermögens, welches instinktmäßig zur Auffassung fähig ist, ohne diskursives Denken. Der Aspekt bewegt z. B. die Erdseele zur Betätigung, so daß diese zur Ausstoßung der Materie aus dem Erdinnern kommt, oder bestimmte Witterungserrscheinungen sich zeigen. Da nun die Menschenseele in ihrem Wesen den Harmonien entspricht, indem sie selbst Kreis oder Punkt ist, so sind die Figuren der Aspekte ihr auch wesensverwandt. „Denn wie der Mittelpunkt (des Kreises) im Innern ist, und der Kreisbogen draußen, so verweilt der Geist in sich selbst, der Verstand aber webt das Gespinnst; und wie der Mittelpunkt für den Kreis, so ist der Verstand für die Schlußfolgerungen Grundlage, Quell und Ursprung“ (*Harm. mundi* IV, 5; Frisch pag. 239, Harburger S. 165 f.). Insofern nun die Seelenvermögen die Gestirnsstrahlen wahrnehmen und von ihnen mit sich selbst im Innern bewegt werden, sehen wir sie als Punkte an; also wird die Seele im Erkennen mehr nach Maßgabe der Zentralfigur beeinflusst. Sofern die Seelenvermögen zu Tätigkeiten angereizt werden, sind sie als Kreis zu betrachten und passen sich der peripherischen Figur an. Für uns sei — meint Kepler — die Wirksamkeit wichtiger; also steht die Zirkumferentialfigur (die peripherische) der zentralen im Range voran.

In langen Ausführungen weist nun Kepler das Dasein und die Eigenart der Erdseele nach, anknüpfend an Platons *Timaios* und *Proklos*. Auf diese Weise erklärt er dann die, wie er meint, gesicherte Erfahrung, daß

die Witterung von den Aspekten besonderer Art abhängig sei; er warnt allerdings davor, in den Aspekten die einzigen Ursachen der Witterungsereignisse zu sehen. Bedeutamer ist die Einwirkung der Aspekte auf die Menschenseele. Die Lebenskraft der Seele ist von Geburt aus auf bestimmte Aspekte abgestimmt und gewinnt dann die Führung unter diesem sogenannten Einfluß des Himmels. Darauf gründet gerade die Möglichkeit des Geburtshoroscops. Insofern nämlich das vitale Vermögen der Seele seine Wirksamkeit in einem Tätigen besitzt und gewissermaßen ein Tierkreis ist, kann die Figur des ganzen sinnlich wahrnehmbaren Tierkreises im Augenblick der Geburt auf das vitale Vermögen einfließen und mit ihm verwachsen; in dieser Figur sind aber die Stellen besonders ausgezeichnet, welche die verschiedenen Planeten im Aufgang, dann andere im Untergang oder in der Himmelsmitte einnehmen. Daher kommt es, daß Menschen, deren Geburt ein reichgegliederter Aspekt kennzeichnet, meist arbeitssam und fleißig sind, sei es im Handel, als Staatsmänner oder Gelehrte. Die Nativität befiehlt jedoch keines der Seelenvermögen, sondern weckt sie bloß und stachelt sie zu unermüdlicher Tätigkeit an; auf keinen Fall kann sie, was das gewöhnliche Publikum erwartet, Geschlecht, Vermögen, Freunde, Kinder, Reisen usw. bestimmen. Es bleibt somit das Sprichwort, daß jeder seines Glückes Schmied sei, und die Nativität gibt nur eine Mutmaßung für das Geschick des Menschen. Zwar kann andererseits der Erfolg eines Menschen viel von der im Laufe der Entwicklung im Mutterleibe eingprägten Formkraft abhängen; das Schicksal hängt aber ebenso davon ab, ob jemand durch ein reines Leben sich der Hilfe seines Schutzgeistes würdig oder unwürdig gemacht hat (was Kepler nur vermutungsweise sagt). Die Wirkung der Sternkonstellation kann erst mit der Geburt beginnen, da erst von da an der Mensch als selbständiges Lebewesen existiert; sie wirkt jedoch durch das ganze Leben fort, wie ein fester Bestandteil des Gedächtnisses, und wird bei jedem Vorübergang der Planeten an den betreffenden Stellen der Nativität immer von neuem erregt. Es folgt auch endlich, daß eine Vorauslagung über die Länge des Lebens nicht möglich ist, weil hier sich zuviel andere Umstände einmischen; obwohl das Vorrücken der Himmelsteile in gewisse ausgezeichnete Stellen der Geburtskonstellation im Verhältnis der Tage zu den Lebensjahren die Tätigkeit der Lebenskraft über das ganze Leben hin einteilt und diese immer wieder zu bestimmten Zeiten an bestimmte Verrichtungen mahnt (vgl. *Harmonices mundi* IV, 7, ed. Frisch pg. 261 ff.; Harburger S. 195 ff.).

Kurz gesagt, ist die Vorstellung Keplers von der Astrologie diese: Die Gestirne bilden am Himmel mit der Erde und dem Tierkreis auf ihrem Gange bestimmte Stellen aus, welche zu bestimmten Zeiten besondere rationale Verhältnisse darstellen. In dem Augenblick, da ein Mensch geboren wird, wirken diese rationalen Verhältnisse auf die zu bestimmten Harmonien angelegte Seele dieses Menschen formend ein, und so oft diese Konstellationen im Laufe dieses Einzellebens wiederkehren, macht sich ihr Einfluß wieder geltend, doch nicht mechanisch-unmittelbar, sondern die Seele erweckend und erregend, so daß doch die eigene Tätigkeit der Seele ausführend ist. Daher ist eine Vorhersage der äußeren Lebensumstände — wie die vulgäre Astrologie will — unmöglich. Wie die Konstellation auf die Staatenentwicklungen einwirkt, hat Kepler nur angedeutet, jedoch

nicht weiter ausgeführt (Harm. mundi IV. Einl.; ed. Frisch pag. 211; Harburger S. 100).

Ich zitiere noch aus den Briefen Keplers eine Frühform seiner Philosophie, die dort im engsten Zusammenhang mit der Astrologie steht. In einem Briefe aus Graz vom 9. und 10. April 1599 äußert er sich zu dem Kanzler Herwart etwa im folgenden Sinne. Von Gott her liegen in der ganzen Körperwelt körperliche Gesetze, Zahlen und Verhältnisse vor, und zwar höchst erlebte und auf das beste geordnete Gesetze. Jene Gesetze liegen innerhalb des Fassungsvermögens des menschlichen Geistes, weil wir nach Gottes Ebenbild zu deren Erkenntnis geschaffen sind. Im Geiste des Menschen stecken ja nur Größen und Zahlen, und wir erfassen diese allein in richtiger Weise. Unser Erkennen ist dabei von der gleichen Art wie das göttliche, wenigstens soweit wir in diesem sterblichen Leben etwas davon zu erfassen vermögen. Wenn auch die Ratichlüsse Gottes unerforschlich sind, so doch nicht seine körperlichen Werke.

Auf diese Weise baut Kepler zunächst alle Erkenntnis auf der Beobachtung und Berechnung auf. So ist ihm der Zusammenhang der Feuchtigkeit mit dem Licht des Mondes, der Gezeiten des Meeres mit den Bewegungen der Gestirne eine Tatsache, die Erklärung fordert. Er meint, es sei eine Tatsache, daß nur rationale Aspekte, die harmonischen Teile von vier rechten Winkeln — im ganzen acht solcher Aspekte —, eine solche Wirkung hervorrufen, und möchte zu deren Erklärung schon damals (1599) auf eine Befehlung der Erde schließen. Ebenso erscheint es ihm als Tatsache, die er aus dem Geburtshoroskop seiner Frau und seinem eigenen erschließt, daß die Geburtskonstellation oder das Gesicht des Himmels im Augenblick der Geburt formend auf den Charakter des Menschen wirkt: Der Himmel „verleiht dem Menschen nicht Sitten, Gesehnisse, Glück, Kinder, Reichtum, Gattin, aber er formt alles, womit es der Mensch zu tun hat“. Zur Erklärung versucht er zwei Ideen fruchtbar zu machen, die eine (platonisch) mit Typus und Archetypus, die andere mit den Schutzgeistern der Heil. Schrift. Die Erde ist nach ihm ein körperliches Bild Gottes, die Seele ein unkörperliches, wenn auch erschaffenes Bild. Der Leib ist ein Bild der Welt (Mikrokosmos); die Form der Körper, die Mannigfaltigkeit der Seelen und Schicksale sind Bilder der Mannigfaltigkeit, die unter den Gestirnstellungen am Himmel herrscht. Und weil die himmlische Konstellation in einem Zeitpunkt geschaut wird, so entspricht ihr auch im Menschen etwas Dauerndes: der gemeinsame Charakter von Seele, Körper und Schicksal. Die Bewegung des Himmels ist dagegen Beispiel für die in der Zeit sich entfaltenden Handlungen des Menschen, und Kepler meint nun: Die Schutzgeister seien es, welche den Geburtscharakter des Menschen an dessen Stelle aufnehmen, sei es in ihrem Wefen oder Gedächtnis. Sie würden sich so der Bindung durch den Himmel überlassen, und ihr Wille würde entsprechend den verschiedenen Erscheinungen am Himmel bald gehemmt werden, bald erstarken (vgl. Johannes Kepler in seinen Briefen, herausgegeben von Max Caspar und Walther von Dyck I, 1930, S. 103 ff., ferner S. 164, 336). — Man sieht leicht, wie hier nur Grundlinien seiner Astrologie samt Naturphilosophie angedeutet sind, die in den langen Jahren mühsamer Arbeit an den Büchern Harmonices mundi zur Reife gediehen sind.

Ich komme zum Schluß. Für Kepler ist zunächst die Methode des Forschens und Denkens charakteristisch. In langen, beschwerlichen Einzeluntersuchungen, gestützt nicht bloß auf die eigene Arbeit, sondern vor allem die seines großen Vorgängers Tycho de Brahe nützend, sucht er die wirklichen Verhältnisse im Gang der Himmelskörper auf, die unendliche Reihe der Berechnungen stets prüfend und vergleichend, um die gemeinsamen Verhältnisse zu finden. Nichts ist dabei so wertvoll zu lesen als seine Briefe, welche uns die genaue Schilderung seiner Arbeitsweise, auch seiner Irrwege geben. Immer führt ihn die Beobachtung, bis zu der nüchternen Erkenntnis, daß von der Sonne eine geheime Kraft ausgeht, welche die Planeten erfaßt (Brief an Longomontanus 1605; bei Caspar und von Dyck I S. 243); daß die Planetenbahnen vollkommene Ellipsen sind (an D. Fabricius Okt. 1605; a. O. S. 253); daß die Quadrate der Umlaufzeiten sich verhalten wie die 3. Potenzen der großen Achsen (Harm. mundi V, 3; ed. Frisch pag. 279). Auch die astrologischen Zusammenhänge nimmt er als Tatsachen: „Dies alles wird durch die Erfahrung bestätigt, und zwar durch die Erfahrung von Menschen, die keineswegs dumm sind“ (Brief an Herwart vom April 1599; a. O. S. 105).

Erst auf Grund der Erfahrung geht er den zweiten Schritt, den zur Theorie. Er sucht den Sinn dessen, was er beobachtet, und findet ihn seiner geometrischen Denkweise entsprechend, die ihn zum Platoniker disponiert, in den harmonischen Verhältnissen, welche die Geometrie aus den Gegebenheiten des Kreises und der Kreisteilungen bzw. aus den diesem eingeschriebenen Figuren entwickelt. Mit dem Aufgebot seiner ganzen schwäbischen Zähigkeit sucht er diese Harmonien, von der Geometrie ausgehend, in der Musik, in der Natur, im ganzen Schöpfungswerk. Es wäre verwunderlich, wenn er die Aspekte des Himmels, die doch auch eine beobachtete Wirklichkeit sind, außerhalb seines Kalküls beließe. Man mag viel Phantastik darin finden — die Übereinstimmung der musikalischen Harmonien mit den kosmischen ist nicht bloße Phantasie.

Kepler geht aber auch den dritten Schritt: er fragt, warum überhaupt etwas geschehe. Die Antwort ist sein Psychismus und Dynamismus: Wie die Tätigkeit der Seele im menschlichen Kreise, zumal in der Musik, die Harmonien erst verwirklicht, so sind auch die Harmonien am Himmel vorerst nur Möglichkeiten, Erkennbarkeiten, aus sich heraus wirkungslos. Aus der Bewegung heraus ergeben sich nie die Luftgefühle der Harmonien. Diese Erkenntnis hebt den Philosophen Kepler weit über die Mechaniker Galilei und Newton, die mit der einfachen Annahme von Kräften der Anziehung und Abstoßung sich zufrieden gaben. Die Kritik Kants an diesem Mechanismus der Ursachen hat insofern gewiß ein Richtiges getroffen, als wir uns eine Verursachung durch Druck und Stoß nicht vorstellen können, weil wir uns nicht denken können, wie diese bloße Aufeinanderfolge von Stoß und Reaktion eine wirkliche Ursache sei. Noch weniger ist natürlich verständlich, wie die bloßen Gesetze eine Wirkung „erklären“ sollen, da sie uns nur die Wirkungsweise angeben. Die Folge ist die Leugnung der kausalen Zusammenhänge überhaupt in der gegenwärtigen Philosophie, soweit sie noch kritizistisch ist. Wie Kepler, so fand nach ihm Leibniz, daß die aktive Kraft zuerst metaphysisch sein müsse, und

unterschied demgemäß zwischen forces primitives und dérivatives, welche letztere in der Wissenschaft der Dynamik (wir würden heute sagen: der Mechanik) in Betracht kommen. Wenn man demgegenüber von Anthropomorphismus reden will, der in der Einführung psychischer Kräfte bestehen soll, so möchte ich fragen: Ist der Mechanismus weniger anthropomorph, weil er die exakt-mathematische Berechnung ermöglicht? Auch unsere mathematischen Formeln sind menschenbedingte Symbole, an Wirklichkeitsbedeutung nicht höher als die Annahme psychischer Kräfte. Freilich werden wir in der Annahme solcher psychischer Kräfte etwas kritischer sein müssen als Kepler. Jedoch kann man zu seiner Rechtfertigung auf das panpsychistische System von Erich Becher verweisen, und auf dem letzten Philosophenkongress zu Oxford 1930 trug Boodin (Los Angeles) ein panvitalistisches System der Naturphilosophie vor. Ich für meinen Teil halte die Gegebenheiten der Erfahrung nicht für ausreichend, ein solches System zu begründen. Auf alle Fälle bleibt die entscheidendste philosophische Frage: Warum geschieht überhaupt etwas? Denn das Wesen der Welt ist nicht Ruhe, sondern Prozeß, d. h. Geschehen und Entwicklung.

Das naturphilosophische System Keplers läßt sich kurz kennzeichnen als ein psychistischer Dynamismus, der in Harmonien sich auswirkt.

DIE OPTISCHEN ARBEITEN KEPLERS.

VON OBERSTUDIENRAT LUDWIG HARTMANN,
MÜNCHEN.

Aus Keplers Werken spricht die Offenbarung eines unverfälschten Geistes. Überreich an schöpferischen Gedanken, unerreicht in der Kraft und Lebhaftigkeit der Phantasie, welche wissenschaftliche Probleme gestaltet und zur Reife bringt, einzig dastehend in der Gabe der Kombination hat dieser Genius verschiedene Zweige der Naturwissenschaften bahnbrechend beeinflusst und mit unvergänglichen Entdeckungen befruchtet. Und unter welchen äußeren Umständen! Fortwährende Geldnot, drückende Familienverhältnisse, das Getümmel und der Lärm eines furchtbaren Krieges, nicht zuletzt erbitterte Kämpfe und Streitigkeiten um den Glauben waren der Hintergrund, auf dem dieses bewegte Leben sich abspielte. Selten legt ein gütiges Geschick dem Sterblichen das übervolle Maß mathematischen Talents mit kritisch-philosophischem Scharfsinn gepaart in die Wiege. Letzterer begnügt sich nicht mit der Auffindung eines durch Erfahrung bekannt gewordenen Naturgesetzes; er dringt vor zur Erkenntnis a priori und strebt nach dem Verstehen der Zusammenhänge des Naturgeschehens. Das mathematische Talent aber äußert sich in der innern Anschauungskraft, welche die schwierigsten geometrischen Probleme zu meistern versteht selbst dann, wenn nicht immer die Vollkommenheit der Hilfsmittel zur Verfügung steht. Diesen glücklichen Dualismus von mathematischer Schärfe und philosophischer Kraft finden wir in Keplers Schriften zu wundervoller Harmonie vereinigt. Noch ein weiteres macht die Beschäftigung mit ihnen reizvoll: der Bilderreichtum und die Gewandtheit der Sprache, die Geschliffenheit des Ausdrucks, die Bestimmtheit der Fragestellung, mit der sich die nicht selten in behaglicher, weit ausgreifender Breite dargestellte Antwort verbindet. Seine in der Klosterschule gewonnene Vertrautheit mit den Klassikern des Altertums streut häufig Zitate aus den alten Dichtern in den spröden, oft schwer zu bewältigenden Stoff, den er auch mit eigenen Versen voll dichterischer Lebendigkeit und schwäbischen Humors zu würzen und schmackhaft zu machen nicht verläumt. Indes war sein Witz frei von bitterer Satire und beißendem Sarkasmus, mit denen sein ebenbürtiger italienischer Zeit- und Geistesgenosse Galilei — oft sehr zu seinem Nachteil — die Lauge des Spottes über seine Gegner ausgießen pflegte. Mit Recht sagt Max Caspar in der Einleitung zu seiner Übersetzung von Keplers „Mysterium cosmographicum“ (1923): „Kepler gehört zu jenen Schriftstellern, die mehr gerühmt als gelesen werden. Und er macht es uns auch nicht leicht, ihm zu folgen. Wenige

Menschen nehmen sich Zeit und Mühe, sich durch seine langen, lateinischen Perioden durchzuarbeiten; er schleppt den Leser durch alle die Irrwege, die er selbst durchlief, bis er das gesteckte Ziel erreicht hat.“ In der Tat, wer die Frucht seiner Arbeit genießen will, der muß mit ihm auch die ganze Mühe durchkosten, die sie verursacht hat. Und doch steckt in Keplers Schrifttum etwas, das ihm eine fast geheimnisvolle Anziehungskraft verleiht: es ist die hehre Begeisterung, die aus seiner reinen, kindlich demütigen Seele quillt, wenn er dem Leser die Schätze aufzeigt, die er in langem Ringen und Forschen und Streben der spröden, verschlossenen, zur Offenbarung nur wenig bereiten und geeigneten Natur abgerungen und abgezwungen hat. Fest überzeugt von der göttlichen Berufung zum Forscher bricht er, nachdem der große Wurf der Entdeckung der Planetengesetze gelungen war, in die ebenso bekannten als bescheidenen Worte seiner „*Astronomia nova*“ aus: „Ich halte es für göttliche Fügung, daß ich eben zu der Zeit [in Prag] ankam, als Tycho mit dem Mars beschäftigt war; denn durch dieses Planeten Bewegungen müssen uns notwendig die Geheimnisse der Astronomie kund werden, oder sie müssen für immer verborgen bleiben.“ Glühender noch lodert das Feuer überirdischer Empfindung in seinem Werke „*Harmonice mundi*“, wenn er sagt: „Endlich habe ich unter des großen Gottes Walten, das mich begeisterte und mächtiges Verlangen in mir weckte, der mir auch Leben und Geisteskraft erhielt, über all mein Hoffen und Erwarten es als wahr gefunden, daß die ganze Natur der Harmonien, in ihrem ganzen Umfang und nach allen Einzelheiten in den himmlischen Bewegungen vorhanden ist.... Hier werfe ich die Würfel und schreibe ein Buch für die Mitwelt oder die Nachwelt, gleichviel; Jahrhunderte wird es auf seinen Leser warten, wenn Gott selbst sechs Jahrtausende lang den erwartet hat, der sein Werk beschrieb.“

Gilt die eben kurz dargelegte Charakteristik für Keplers Schriften im allgemeinen, so trifft sie im besonderen auf seine optischen Arbeiten zu, welche nicht minder bahnbrechend gewirkt haben wie jene über die Mechanik des Himmels.

Mit der Optik hat Kepler sich vornehmlich in zwei, auch heute noch höchst lesenswerten Büchern befaßt, in der Absicht, der Astronomie eine sichere, tragbare Unterlage zu schaffen. Sie gehören seiner Prager Zeit an, wo er auf der Höhe der Schaffenskraft und des Forschererfolges stand. Das erste, aus dem Jahre 1604 stammend und in Frankfurt am Main erschienen, trägt den uns jetzt etwas sonderbar anmutenden, nach damaliger Gewohnheit mit höchster Weitfchweifigkeit abgefaßten Titel: „*Ad Vitellionem paralipomena, quibus astronomiae pars optica traditur; potissimum de artificiosa observatione et aestimatione diametrorum deliquorumque solis et lunae; cum exemplis insignium eclipsium. Habes hoc libro, lector, inter alia multa nova, tractatum luculentum de modo visionis et humorum oculi usu, contra opticos et anatomicos.*“ Autore Joanne Keplero, S. C. M. Mathematico. Francofurti 1604.“ („Ergänzungen zu Witelo, in welchen der optische Teil der Astronomie behandelt wird; hauptsächlich über die kunstgemäße Beobachtung und Abschätzung der Durchmesser und Verfinsterungen von Sonne und Mond; mit Beispielen bemerkenswerter Verfinsterungen. Du hast, lieber Leser, in diesem Buche

unter vielem andern Neuen eine lichtvolle Abhandlung über die Art und Weise des Sehens und über den Gebrauch der Flüßigkeiten im Auge, gegen die Optiker und Anatomen. Verfaßt von Johannes Kepler, Seiner kaiserlichen Majestät Mathematiker. Frankfurt 1604.“) Es besteht aus 449 Quartseiten ohne Vorrede und Register. Das zweite, bedeutend geringer zwar an Umfang, aber keineswegs ärmer an neuen Ideen und ausgereiften Früchten trat in Augsburg im Jahre 1611 an das Licht der Öffentlichkeit als: „J. Kepleri S. C. M. Mathematici Dioptrice, seu demonstratio eorum, quae visui et visibilibus propter conspicilla non ita pridem inventa accidunt. Aug. Vind. 1611.“ („Dioptrik Johannes Keplers, des Mathematikers Seiner kaiserlichen Majestät, oder Darlegung alles dessen, was auf den Sehvorgang und die sichtbaren Gegenstände mit Rücksicht auf die jüngst erfolgte Entdeckung der Fernrohre Bezug hat. Augsburg 1611.“)

Keplers Paralipomena ad Vitellionem.

Dieses Werk bildet, wie schon sein Titel sagt, einen Nachtrag, eine Verbesserung und ganz bedeutende Erweiterung zu Witelos „Perspektive“. Witelos Perspektive war ein Buch über die Optik, welches im Mittelalter in sehr hohem Ansehen stand. Bedeutende Gelehrte, z. B. Nicolaus d'Oresme sowie der Begründer der neueren Nominalistenschule Occam beziehen sich in optisch-naturwissenschaftlichen Fragen auf dasselbe; und Kepler hat es einer Ergänzung für würdig gefunden. Sein Verfasser Witelo — häufig auch Vitello oder Vitellio genannt — dürfte nach den überzeugenden Forschungsergebnissen Clemens Bäumkers (Witelo ein Philosoph und Naturforscher des 13. Jahrhunderts. Beiträge zur Geschichte der Philosophie des Mittelalters. Texte und Untersuchungen; herausgegeben von Clemens Bäumker und Georg von Hertling. Münster 1908) um das Jahr 1230 in dem von Liegnitz bis Breslau sich erstreckenden Teil Schlesiens geboren sein. Witelo ist in seiner „Perspektive“ durchaus von dem Araber Alhazen abhängig, der sieben Bücher über die Optik unter dem Titel „de aspectibus“ abgefaßt hat; auch lateinische und griechische Schriftsteller wie etwa Euklid, Apollonius von Perge und Ptolemäus sind in weitem Ausmaße benützt. Als Kompilator von erstaunlichen Kenntnissen hat er Überkommenes gesammelt, übersichtlich gestaltet, das eine und andere Neue aus Eigenem hinzugefügt und so ein Werk von hohem didaktischen Gesdickte hinterlassen, das das gesamte Wissen über optische Dinge der damaligen Zeit systematisch nach Theorie und Erfahrung zusammenfassend für Jahrhunderte als treffliches Lehrbuch der Optik diente. Wenn es freilich mit allerhand Fehlern und Schwächen belastet in wichtigen Punkten in die Irre ging, so wird eine gerechte Beurteilung dies weniger auf die Rechnung des Verfassers als vielmehr der noch ganz unvollkommenen Methode der damaligen Naturforschung setzen, welche völlig unter dem Banne der aristotelischen Physik stand und in den Ideen der Scholastik befangen war.

Witelos Schrift bildet nun die Grundlage oder vielleicht besser gesagt die Veranlassung zu den „Paralipomena ad Vitellionem“. Dieses dem Kaiser Rudolf II. gewidmete Werk — der Ausgangspunkt und Ursprung einer neuen Optik — ist wie die meisten Schriften Keplers in lateinischer

Sprache abgefaßt. Sein Studium ist erleichtert worden durch die Teilausgabe in Ostwalds „Klassikern der exakten Wissenschaften“ Nr. 198: „J. Keplers Grundlagen der geometrischen Optik im Anschluß an die Optik des Witelo; übersetzt von Ferdinand Plehn; durchgesehen und herausgegeben von Moritz von Rohr.“ Leipzig, akademische Verlagsgesellschaft 1922.

Die Paralipomenen zerfallen in 11 Kapitel, von denen die ersten fünf, die geometrische Optik und das Sehen umfassend, unser hauptsächlichstes Interesse erwecken, während die folgenden sechs, „*astronomiae pars optica*“ überschrieben, für die Astronomie in Betracht kommen. Die Darstellung ist nicht gerade immer leicht verständlich, so daß schon Keplers Lehrer Maestlin, Professor der Mathematik in Tübingen, ihren Inhalt für zu hoch und unverständlich erklärt, als daß er darüber ein Urteil sich anmaßen möchte. Und Professor Joannes Papius, Rektor des Gymnasiums zu Graz, schreibt am 25. Februar 1606 höchst bezeichnend an Kepler: „*Utinam vero paralipomena tua tam essent perspicua quam sunt ingenuosa et subtilia. Mihi per omnem vitam meam nihil tam difficile oblatum est in ullo Mathematico, fere dixerim in ulla disciplina philosophica meos mihi scrupulos sic eripe, ut mentem tuam ex verbis claris cognoscam. Nulla fere tua est propositio, de qua non ambigam et dubitem . . . Si tecum essem, haberes discipulum molestissimum dubitando.*“ („Daß doch wahrlich Deine Ergänzungen [zu Witelo] ebenso durchsichtig wären als sie geistvoll und gründlich sind. In meinem ganzen Leben bin ich bei keinem Mathematiker, beinahe hätte ich gesagt, in keinem philosophischen Lehrsystem auf solche Schwierigkeiten gestoßen. . . Nimm mir doch meine Zweifel so, daß ich Deine Gedanken aus klarem Wortlaut erkennen kann. Fast jeder Deiner Sätze macht mich schwankend und verurteilt mich Bedenken. . . Wäre ich bei Dir, so hättest Du einen Schüler, der durch seine Zweifel Dir äußerst lästig fallen müßte.“) [M. G. Hanschius: *Joannis Kepleri aliorumque epistolae mutuae*. 1718. pag. 78.]

In diesem optischen Erstlingswerke Keplers tritt der Einfluß der aristotelisch-scholastischen Philosophie mancherorts deutlich in die Erscheinung. Das zeigt sich schon in dem ersten Kapitel „*de natura lucis*“, wo das Wesen des Lichtes behandelt wird. Kepler geht hier mehr von theologischen als von optischen Gesichtspunkten aus; schreibt er doch selbst am 2. Oktober 1606 an Thomas Harriot in London: „*Capite primo principii usus sum theologice magis quam optice, quae res arguit me naturam lucis penitus ignorare.*“ („Im ersten Kapitel habe ich mich mehr theologischer als optischer Grundsätze bedient — ein Umstand freilich, der mich bezichtigt, über die Natur des Lichtes völlig unwissend zu sein.“) (L. c. pag. 573.) Der Ursprung des Lichtes wird in Gott gesucht, der der ganzen Welt eine sich selbst möglichst ähnliche Form gegeben habe. Für die Optik ist die Kugeloberfläche von besonderer Bedeutung. Als vollkommenste und vollendetste aller geometrischen Figuren sei sie durch die untrennbare Vereinigung des Mittelpunktes, der Radien und der Oberfläche ein Abbild der Dreifaltigkeit. „*In ea formanda lusit sapientissimus conditor adorandae suae trinitatis imaginem.*“ („Bei ihrer Gestaltung gefiel sich der allerweinste Schöpfer, ein Abbild seiner anbetungswürdigen Dreieinigkeit zu schaffen.“) Das Licht besitze Menge und Dichte, ohne Stoff und Gewicht;

in geraden Linien werde es von den leuchtenden Körpern mit unendlicher Geschwindigkeit ausgeworfen. „Lucis motus non est in tempore, sed in momento.“ („Die Bewegung des Lichtes erfolgt nicht zeitlich, sondern augenblicklich.“)

Wir sehen, Kepler erhebt sich hier nicht über den Standpunkt des Aristoteles und des Witelo. In der Richtung der geradlinigen Fortpflanzung werde der Lichtstrahl zwar nicht geschwächt, wohl aber von entgegenstehenden Oberflächen, sei es zur Reflexion, sei es zur Brechung veranlaßt. Das Licht durchdringe dichte und zugleich durchsichtige Körper nicht so leicht als den leeren Raum; die Undurchsichtigkeit rühre her von der unregelmäßigen Anordnung der Zwischenräume zwischen den materiellen Teilchen. Mit vollendeter Klarheit spricht Kepler in der neunten Proposition dieses Kapitels den Hauptsatz der Photometrie aus, nach welchem die Dichte des Lichtes mit der auffangenden Kugelfläche abnimmt: „Sicut se habent sphaericae superficies, quibus origo lucis pro centro est, amplior ad angustiore: ita se habet fortitudo seu densitas lucis radiorum in angustiori ad illam in laxiori sphaerica superficie; hoc est conversim.“ („Wie sich die Kugeloberflächen verhalten, denen die Lichtquelle als Mittelpunkt dient, nämlich die größere zur kleineren: so verhält sich auch die Stärke oder Dichte der Lichtstrahlen auf der kleinern zu jener auf der größeren Kugeloberfläche; das heißt also umgekehrt.“)

Weniger glücklich ist er in der Erklärung der Farben, die ähnlich wie bei Aristoteles durch Mischung von Licht und Finsternis und durch die verschiedenen Stufen der Durchsichtigkeit und Dichte der Materie entstehen. Schon Goethe sagt: „Da Kepler die Sprache völlig in feiner Gewalt hat, so wagt er gelegentlich kühne, seltsame Ausdrücke; aber nur dann, wenn der Gegenstand ihm unerreichbar scheint; so verfährt er bei Gelegenheit der Farbe, die er nur im Vorbeigehen behandelt, weil sie ihm, dem alles Maß und Zahl ist, von keiner Bedeutung sein kann. Er bedient sich so wunderbarer Worte, um ihrer Natur einigermaßen beizukommen, daß wir sie nicht zu überetzen wagen, sondern im Original hier einschalten.“ [Farbenlehre; polemischer Teil. Ausgabe in 6 Bänden. Stuttgart 1863. Bd. 6. Seite 355]. Sodann führt Goethe die hier in Betracht kommende 15. Proposition Keplers an, die mit den Worten beginnt: „Color est lux in potentia; lux sepulta in pellucidi materia.“ Zur Erklärung dieser etwas dunklen, mancherleits mißverstandenen Stelle müssen wir uns vergegenwärtigen, daß die peripatetische Philosophie zwischen dem „ens in potentia“ und dem „ens in actu“ unterscheidet; sie stellt dem „Sein der Möglichkeit nach“ das „Sein der Wirklichkeit nach“ gegenüber. So will denn Kepler an der angeführten Stelle nichts anderes sagen als: Farbe ist Licht der Möglichkeit, der Fähigkeit nach; Licht also, das in der Materie des Durchsichtigen verborgen ist, solange sie nicht von der Sonne etwa erleuchtet wird. Die 32. Proposition handelt von der Wärme des Lichtes: „Lucis proprium est calor“ („Eine Eigentümlichkeit des Lichtes ist Wärme“); Licht ist also immer mit Wärme verbunden. Welcher Art diese Wärme ist, belehrt uns die unmittelbar folgende These: „Lucis calor immateriatu est“ („Die Wärme des Lichtes ist nicht stofflich“). Ob auch Wärme stets mit Licht verknüpft sei, erweise wahrscheinlich. Mit dem 38. Satz: „Lux nigra facilius inflamat quam alba“ finden die Erörterungen über die

Natur des Lichtes ihren Abschluß. Dem ersten Kapitel folgt endlich noch ein sehr umfangreicher Anhang, in dem die Argumente des Aristoteles über das Sehen [lib. 2. de anima. cap. 7] einer kritischen Prüfung unterzogen werden.

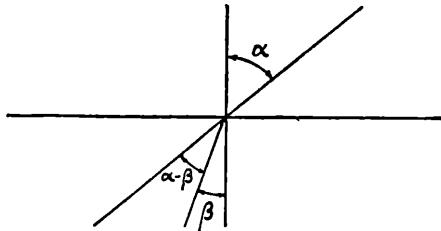
Das zweite Kapitel handelt „de figuracione lucis“, womit die Bild-erzeugung in der Dunkelkammer gemeint ist. Kepler geht von der Tatsache aus, daß ein leuchtender Gegenstand an der Rückwand einer Lochkamera in der ihm eigenen Gestalt sich abbildet und daß die Form der Öffnung, wenn sie nur genügend klein ist, auf die Abbildung keinen Einfluß ausübt. So geben die Sonnenstrahlen auf dem Waldboden nicht die eckigen Öffnungen des Laubwerkes, durch welche sie hindurchschießen, wieder, sondern vielmehr die runde Sonnenscheibe. Ist etwa während einer Sonnenfinsternis nur die Sonnensichel sichtbar, so zeigen die sonst runden Sonnenbildchen ebenfalls sichelförmige Gestalt. Mit der Erforschung dieser Erscheinung befaßten sich schon die Alten. Die einen glaubten — echt philosophisch —, daß das Licht, nachdem es durch eine Öffnung gegangen, um so mehr die Gestalt des leuchtenden Körpers wieder anzunehmen bestrebt sei, je weiter es sich von dem Hindernis entferne; andere meinten, unsere Augen könnten infolge eines angeborenen Mangels die die Ecken der Öffnung passierenden Strahlen vor den durch die Mitte gehenden wegen deren Helligkeit nicht wahrnehmen. Was Witelo im 2. Buch Satz 39 seiner *Perpektive* sagt, ist gänzlich abwegig. Kepler weist nicht nur die falschen Erklärungen des Witelo über diesen Gegenstand zurück, sondern auch die des Johannes Pifanus und des Aristoteles; schließlich stellt er einen Versuch an, den er also beschreibt: „Ich brachte in der Höhe ein Buch an, das die Stelle des leuchtenden Körpers vertrat. Zwischen diesem und dem Erdboden wurde eine Tafel mit einem vieleckigen Loch befestigt. Darauf wurde ein Faden von einer Ecke des Buches durch das Loch nach dem Erdboden hinabgelassen und derart auf dem Erdboden hin- und hergeführt, daß er die Ränder des Loches streifte. Seinen Verlauf auf dem Fußboden zeichnete ich mit Kreide nach, wodurch ich auf dem Fußboden eine dem Loch ähnliche Figur erhielt. Daselbe trat ein, wenn ich den Faden an der zweiten, dritten und vierten Ecke des Buches anheftete und schließlich an unzähligen Punkten des Randes; und so zeichnete die Reihe zahlloser zarter Abbildungen des Loches die große und viereckige Figur des Buches ab. Daraus ging also hervor, daß nicht die Rundung des Schstrahls, sondern die der Sonne zur Lösung der Aufgabe beitrage, nicht weil dies die vollendetste Figur ist, sondern weil dies im allgemeinen die Form des leuchtenden Körpers ist.“ [Ostwalds *Klassiker der exakten Wissenschaften*. Nr. 198. Seite 14.] Mit Aufwand weitsehiger Betrachtungen kommt Kepler endlich zur richtigen Erklärung dieses Sachverhaltes, den schon früher Maurolycus (1494—1577) in seinem Werke „*Photismi de lumine et umbra*“, Venetiis 1575 freilich in viel einfacherer Weise aufgezeigt hatte, indem er sich jeden Punkt der Öffnung als gemeinschaftliche Spitze zweier Lichtkegel denkt, deren einer die Sonnenscheibe, deren anderer den Lichtkreis auf der auffangenden Wand der Lochkamera zur Basis hat; dann entsteht das Bildchen auf dieser Fläche durch eine unendliche Menge runder Bilder, deren Gesamtheit um so mehr einen Kreis bildet, je kleiner die Öffnung ist.

Die eben besprochenen Erscheinungen der Lochkamera benützten Reinhold, Gemma und Maestlin zur Betrachtung von Sonnenfinsternissen ohne Gefährdung des Auges; sie suchten nämlich die Größen der Sonnenfinsternisse und die Verhältnisse der Sonnen- und Monddurchmesser mit dem Zirkel abzumessen. Kepler zeigte indes, daß die Finsternisse am Himmel einen größeren Umfang einnehmen als am Lichtkegel der Dunkelkammer, daß in dem Bilde der verfinsterten Sonne die Hörner nicht spitz wie am Himmel, sondern abgestumpft gefaltet sind, und daß der Durchmesser des Mondes in einer solchen Lichtfigur kleiner erscheint als am Himmel.

Das nächste Kapitel der Paralipomenen „de fundamentis catoptrices et loco imaginis“ befaßt sich mit den Grundlagen der Katoptrik und mit dem Orte des Bildes, welches durch Spiegel entsteht. Die griechische Optik suchte den Ort des von einer spiegelnden sphärischen Fläche entworfenen Bildes als Schnittpunkt des Flächenlotes vom Objekt auf die sphärische Fläche mit dem reflektierten Strahl; sie übertrug das, was für den ebenen Spiegel gilt, höchst voreilig auf den sphärischen. Dieser Irrtum schlich sich durch das Altertum und das Mittelalter fort; Euklid, Alhazen und Witelo standen unter seinem Banne. Schon der gelehrte Arzt J. G. Brengger in Kaufbeuren vertritt in seinem eifrigen Briefwechsel mit Kepler über die Paralipomena immer wieder die Meinung, es sei falsch, daß sich bei Hohlspiegeln das Bild in dem „cathetus incidentiae“ („in dem Einfallslot“) finde. Das war auch Keplers Überzeugung. Darum widerlegt er in einer eingehenden Kritik die vorhin genannten Autoren und begründet in der 18. Proposition den Satz: „In convexis speculis et in mediis densioribus imagines excedent e perpendiculari et ad visum accedent“ („Bei Konvexspiegeln und dichten Mitteln treten die Bilder aus dem Lote heraus und nähern sich dem Gesichte“). In der unmittelbar folgenden Proposition beweist er, „daß daselbe auch bei den Brechungen stattfindet, was die Erfahrung aufs deutlichste bezeugt, daß, wenn beide Augen in derselben Brechungsebene sich befinden und sehr schief blicken, das Bild aus der Senkrechten austritt und den Augen sich nähert, wenn nur die Verbindungslinie der Augen nahe genug herangebracht wird“. Kepler nimmt besondere Rücksicht auf den Umstand, daß wir mit zwei Augen sehen, und bemerkt, daß davon unsere Beurteilung der Entfernung der Gegenstände abhängt, solange wenigstens ein merkliches Verhältnis dieser Entfernungen zum Augenabstand besteht. Der Ort des Gegenstandes bestimmt sich aus einem gleichschenkligen Dreieck, dessen Grundlinie der Augenabstand ist und dessen Spitze sich in einem Punkte des betrachteten Gegenstandes befindet. Aus der Verschiedenheit der Winkel an der Basis dieses Dreiecks beurteilen wir die Verschiedenheit der Entfernungen. Dieses „triangulum distantiae mensurium“ kann bei sehr kleinen Entfernungen übrigens auch auf ein Auge angewendet werden, indem der Scheitel in den Gegenstand, die Basis in den Durchmesser der Pupille fällt.

Das vierte Kapitel trägt die Überschrift: „de refractionum mensura“. Es ist gerade vom wissenschaftsgeschichtlichen Standpunkt aus ungemein reizvoll, den Bemühungen Keplers um ein Brechungsgesetz nachzugehen

und daselbe mit der jetzt allgemein angewendeten Bezeichnungsweise in Zusammenhang zu bringen. Bedeuten α den Einfallswinkel, β den Brechungswinkel in dem heute üblichen Sinne (siehe die folgende Figur),



so nennt Kepler $\alpha - \beta$ die „refractio“ oder den „angulus refractionis“; er nimmt an, daß diese refractio $\alpha - \beta$ sich aus zwei Stücken zusammensetzt, nämlich aus einem dem Winkel α proportionalen und einem dem *sec* β proportionalen Anteil. Hatte er zwar mit dieser gekünstelten Auffassung das richtige Brechungsgesetz noch nicht in Händen, so konnte er damit dennoch die Versuchsergebnisse des Witelo recht gut darstellen, wie er das aus der folgenden Vergleichstabelle zeigt, in der er den Beobachtungswerten des Witelo für die Brechung aus Luft in Wasser die aus seiner Annahme berechneten Werte gegenüberstellt.

Einfallswinkel α	refractio $\alpha - \beta$	
	nach Kepler	nach Witelo
10°	2° 26'	2° 15'
20°	4° 59'	4° 30'
30°	7° 49'	7° 30'
40°	11° 2'	11° 0'
50°	14° 46'	15° 0'
60°	19° 8'	19° 30'
70°	24° 11'	24° 30'
80°	30° 0'	30° 0'

Nun kann man aus dem gegebenen Einfallswinkel α und der bekannten refractio $\alpha - \beta$ den Brechungswinkel berechnen; bildet man hieraus den Quotienten $\frac{\alpha}{\beta}$, so erhält man den Ptolemäischen Brechungskoeffizienten $n = \frac{\alpha}{\beta}$, wie er sich aus Keplers und Witelos Zahlenwerten ergibt. In der folgenden Tabelle sind diese Größen zusammengestellt.

Einfallswinkel α	Brechungswinkel β		$n = \frac{\alpha}{\beta}$	
	nach Kepler	nach Witelo	nach Kepler	nach Witelo
10°	7° 34'	7° 45'	1,32	1,29
20°	15° 1'	15° 30'	1,33	1,29
30°	22° 11'	22° 30'	1,35	1,33
40°	28° 58'	29° 0'	1,38	1,38
50°	35° 14'	35° 0'	1,42	1,43
60°	40° 52'	40° 30'	1,46	1,48
70°	45° 49'	45° 30'	1,53	1,54
80°	50° 0'	50° 0'	1,60	1,60

Hieraus ergibt sich aber sofort, daß das im Altertum und im Mittelalter maßgebende Ptolemäische Brechungsgesetz $n = \frac{\alpha}{\beta} = konst.$ unmöglich richtig sein kann; denn das Verhältnis $\frac{\alpha}{\beta}$ ist durchaus nicht konstant; es wächst vielmehr von 40° aufwärts zu bedenklichen Werten an. Nur solange der Einfallswinkel unter 30° bleibt, gilt nach diesen Untersuchungen das Brechungsgesetz in der angenäherten Form $\frac{\alpha}{\beta} = konst.$, ein Ergebnis, das für Keplers spätere Arbeiten insofern von grundlegender Bedeutung wurde, als es für die Theorie der Linsen und Fernrohre, für welche die Neigungen der Strahlen nur gering sind, vollkommen ausreichte. Was für den Übergang aus Luft in Wasser zutrifft, das gilt natürlich ebenso für die Brechungsvorgänge zwischen Luft und Glas; für kleine Winkel besteht die Beziehung

$$\alpha : \beta = 3 : 2, \text{ woraus folgt:}$$

$$: (\alpha - \beta) = 3 : 1.$$

Je größer der Einfallswinkel wird, um so mehr wächst die refractio $\alpha - \beta$. Für $\alpha = 90^\circ$ ist nach Ptolemäus $\alpha - \beta = 30^\circ$, während Kepler dafür 48° findet, wie er uns in seiner Dioptrik dartut.

Im weiteren Verlauf seiner Untersuchungen über das Maß der Brechungen zeigt Kepler, auf welche Weise das Licht in der Atmosphäre gebrochen wird. War ja die atmosphärische Strahlenbrechung schon ein Streitobjekt zwischen Rothmann, dem Mathematiker des Landgrafen von Hessen, und Tycho, dem berühmten dänischen Astronomen gewesen! Die Meinungsverschiedenheit drehte sich unter anderem darum, ob die Strahlenbrechung irgendwie mit der Entfernung der Himmelskörper von der Erde veränderlich wäre. Im Gegensatze zu Tycho weist Kepler diese Veränderlichkeit zurück; die Strahlenbrechung komme vielmehr allen Gestirnen gleichmäßig zu, sie hänge von deren Höhe über dem Horizonte ab, sie sei durch die Brechung des Lichtes in den Luftschichten verursacht. Dabei nimmt er freilich irrigerweise die Dichte der Luft in allen Höhen gleich stark an und erfordert unter dieser Voraussetzung sogar das Dich-

tigkeitsverhältnis der Luft zum Wasser; er findet dafür $1:1177\frac{2}{3}$. Kepler schreibt also der Luft die Eigenschaft der Schwere zu. Das war so ganz gegen die Lehre des Aristoteles, der da meinte, die Luft sei von Natur aus leicht. Darum fügt er vorsichtig mit einem gewissen Bangen seinem Ergebnis die Worte an: „Non ignoro, me physico-rum reprehensionem incursum, qui aërem et hic et antea gravem seu ponderosum esse statuam.“ („Ich weiß sehr wohl, daß ich mir den Tadel der Physiker zuziehen werde, wenn ich der Luft hier ebenso wie schon früher Schwere und Gewicht zuschreibe.“) Doch fährt er mit Bekennermut fort: „At me sic docuit totius naturae contemplatio.“ („Aber nicht hat die Betrachtung der ganzen Natur so gelehrt.“) Man vergesse nicht, daß diese Worte um jene Zeit gesprochen sind, in der Toricelli das Licht der Welt erblickt hat.

Aus den Refraktionen sucht Kepler ferner die Höhe der Luft über der Erde zu erforschen; er ermittelt dafür nicht mehr als eine halbe deutsche Meile. Wie sehr er aber auch hier der Unsicherheit unterliegt, beweist der Umstand, daß er in einer späteren Schrift, in der „*Epitome astronomiae Copernicanae*“, *Lentis ad Danubium* 1618, lib. I. die Höhe der Atmosphäre zwischen 10 und 11 Meilen angibt. Als Beispiel dafür, daß die Strahlenbrechung zuweilen unerwartet groß sein kann, führt er die Beobachtung holländischer Schifffahrer durch den nördlichen Ozean nach den einsamen Gegenden von Nowaja Semlja an, welche für die Durchfahrt nach dem östlichen Ozean einen Meeresteil auffuchen wollten. „Als den im Eise Eingeschlossenen die Nacht angebrochen war und sie am 3. November 1596 neueren Stils die Sonne zum letztenmal gesehen hatten, in einer Polhöhe von 76° , wie sie meinten, hielten sie es nach astronomischen Prinzipien für ausgemacht, daß die Sonne nicht vor dem 11. Februar 1597 wiederkehren würde, und doch geschah es, daß sie am 24. Januar, 17 Tage vor der rechtmäßigen Zeit, die Sonne mit ihrem obersten Rande im Südpunkt selbst wieder erblickten. Die Ursache kann nicht völlig auf eine irrige Beurteilung der Polhöhe durch die Seefahrer geschoben werden. Es bleibt nur übrig, daß allein die Refraktion die Schuld dieser Erscheinung trägt.“ [*Ostwalds Klassiker d. exakten Wissenschaften* Nr. 198 S. 126/127.]

Die glanzvollste Leistung der Paralipomenen bildet unstreitig das fünfte Kapitel: „de modo visionis“. Man findet daselbe ebenfalls von F. Plehn übersetzt unter dem Titel: „Johannes Keplers Behandlung des Sehens“ in der „*Zeitschrift für ophthalmologische Optik mit Einschluß der Instrumentenkunde*, herausgegeben von H. Erggelet, R. Greeff, E. H. Oppenheimer, M. von Rohr“; Sonderabdruck aus Jahrgang VIII Heft 5 bis Jahrgang IX Heft 6. Berlin, Julius Springer 1921. Zum erstenmal wird hier die Theorie des Sehens richtig entwickelt, und zwar mit einer Klarheit, die wir in den vorausgehenden Kapiteln zuweilen vermissen. Keplers Meinung über das Sehen ist weit erhaben über die Emissionslehre der Alten, etwa des Epikur, nach welchem das Sehen durch das Ausströmen des Lichtes aus den Augen erfolgt, oder des Empedokles und Plato, nach welchen die Strahlen des Auges und des Gegenstandes einander begegnen. Nicht minder überragt Keplers Theorie die Ansichten des Aristoteles, des Euklid und auch des Ptolemäus, die wegen Unkenntnis des Sehorgans

mehr oder weniger an der richtigen Einsicht der Dinge gecheitert waren. Darum gibt Kepler, auf Johann Jessen und Felix Plater gestützt, eine ausführliche Beschreibung der Anatomie des Auges. Die äußere, undurchsichtige Haut nennt er sclerodes tunica, ihren vorderen, durchsichtigen Teil cornea. Die vordere Seite der sclerodes und die cornea werden von einem dünnen, durchsichtigen Häutchen, tunica adnata oder adhaerens umgeben. Die zweite Haut des Auges, unter der sclerodes gelegen und durch Blutgefäße und Adern dunkel gefärbt, heißt in ihrem hinteren Abschnitt choroides, in ihrem vorderen uvea. Unter der cornea liegt die iris oder Sonne, wie sie Kepler auch nennt, mit der Pupille. Die dritte Haut ist die retina oder retiformis. Flüssigkeiten kennt Kepler drei: humor aqueus, crystallinus und vitreus. Die kristallene Feuchtigkeit wird von der durchsichtigen Spinnwebhaut oder tunica arachnoides umgeben; die gläserne von der ebenfalls durchsichtigen tunica hyaloides; die wässrige Flüssigkeit wird vorne von der cornea, hinten von der aranea, den Ciliarfortsätzen der uvea und von der hyaloides begrenzt. An Masse ist die gläserne die größte, die kristallene die kleinste. Kepler erklärt nun den eigentlichen Sehvorgang. Er folgt der Ansicht Portas, der das Auge als camera obscura betrachtet; während dieser aber das Bild fälschlich auf der Kristalllinse entstehen ließ, hat Kepler als erster die Wirkung der Kristalllinse richtig erkannt. Zwar hatte schon Maurolycus die Linse des Auges mit einer Glaslinse verglichen; er läßt aber ein dem Gegenstand ähnliches, jedoch aufrechtes Bild auftreten. Nach Kepler hingegen laufen von allen Punkten des Objektes Strahlenkegel aus; ihre gemeinsame Grundfläche ist die Fläche der Pupille. Durch die Kristalllinse werden die Strahlenkegel so gebrochen, daß sie hinter der Linse wieder konvergieren und mit ihren Scheiteln auf die Netzhaut fallen. Indem die Achsen dieser Kegel sich in der Mitte der Kristalllinse durchschneiden, entsteht auf der Netzhaut ein verkleinertes, umgekehrtes Bild; denn, was außerhalb des Auges rechts liegt, malt sich auf der Netzhaut links ab; das linke rechts; was oben liegt, kommt nach unten; was unten liegt, nach oben. Nach Entfernung der äußeren Häute, so meint Kepler, müßte das verkleinerte, verkehrte Bild sichtbar sein. Merkwürdigerweise hat er diesen einfachen Versuch nicht angestellt; erst Christoph Scheiner hat, wohl durch Keplers Paralipomenen angeregt, um das Jahr 1625 durch Freilegung der Netzhaut an tierischen Augen dieses Bild aufgezeigt; dafür erläutert Kepler aber seine Theorie des Sehens und seine Lehre über die Kristalllinse durch die Bilder, die von Kristallkugeln oder von Wasserkugeln entworfen werden. Schließlich finden die Kurz- und Weitsichtigkeit ihre Behandlung, um die schon Porta und Maurolycus sich erfolglos bemüht haben. Wir erfahren:

„Jenen, die Fernes deutlich sehen, Nahes verschwommen, sind konvexe Brillen von Nutzen, jenen jedoch, welche Fernes verschwommen, Nahes deutlich sehen, helfen Konkavgläser.“

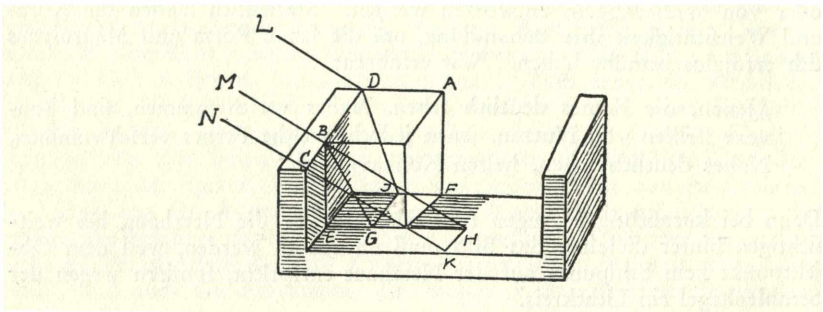
Denn bei kurzsichtigen Augen fällt das Bild vor die Netzhaut, bei weitsichtigen hinter dieselbe; das Bild muß undeutlich werden, weil dem Objektpunkt kein Bildpunkt auf der Netzhaut entspricht, sondern wegen der Strahlenkegel ein Lichtkreis.

In dem Abschnitt: „Betrachtung der Ansichten, welche Optiker und Anatomen über den Sehvorgang ausgesprochen haben“ behandelt Kepler noch die Frage, warum wir ungeachtet der umgekehrten Bilder auf der Netzhaut die Gegenstände aufrecht sehen. Seine Antwort befriedigt uns freilich nicht. Ganz im Geiste der scholastisch-aristotelischen Philosophie belehrt er uns: „Das Bild muß in Bezug auf den Gegenstand umgekehrt sein, weil das Leidende dem Wirkenden räumlich entgegengesetzt sein muß.“

Keplers Dioptrik.

Zur Abfassung seiner Dioptrik, welche auf einer noch weit höheren wissenschaftlichen Stufe steht als die Paralipomena ad Vitellionem, sah Kepler sich durch die Erfindung des Fernrohrs veranlaßt. Wiederum in lateinischer Sprache geschrieben, ist sie von Ferdinand Plehn übersetzt und herausgegeben in Ostwalds „Klassikern der exakten Wissenschaften“, Nr. 144. Leipzig; W. Engelmann, 1904. Kepler hat diese Schrift dem Kurfürsten und Erzbischof Ernst von Köln, der als Sohn Albrechts V. und jüngster Bruder Wilhelms V. von Bayern Pfalzgraf bei Rhein und Herzog von Ober- und Niederbayern war, als seinem erhabenen Gönner gewidmet; dieser echte Wittelsbacher hatte nämlich, wie das Widmungsschreiben, in dem wir übrigens zum erstenmal dem von Kepler geprägten Fachausdruck „Dioptrik“ begegnen, so schön sagt, des Verfassers „unter einem kläglichen Frost erstarrtes Gemüt durch die erwärmende Sonne seines gnädigsten Zuspruchs und unablässigen Mahnens wieder belebt und aus dem Schlafe erweckt“. Keplers Dioptrik ist zwar gar nicht umfangreich; sie umfaßt nur 80 Quartseiten; dafür aber ist ihr Inhalt so erlesen und überaus kostbar, daß man ihren Urheber mit vollstem Rechte als den Begründer der Dioptrik bezeichnet hat.

Gleich am Anfang nimmt Kepler die Untersuchung über die Brechung wieder auf, ohne indes wesentlich über die in den Paralipomenen niedergelegten Ergebnisse hinauszukommen. In der vierten Aufgabe werden die Brechungen an einem festen, durchsichtigen Körper bei ganz beliebiger Neigung der Einfallstrahlen gemessen. Die klassische, auch heute noch angewendete Methode möge kurz an Hand der Keplerschen Originalfigur dargestellt werden.



AE ist ein Glaswürfel; er liegt in einem gleich hohen Holzkasten so, daß die anliegende Wand des Kastens um das Stück BC über den Glaswürfel hinausragt. LD , MB , NC sind einfallende Strahlen. Die Strahlen zwischen MB und NC treffen ungebrochen zwischen H und K ein, so daß BC auf dem Boden des Kastens den Schatten HK entwirft. Weil die Strecken EH und EB leicht meßbar sind, so ergibt sich der Einfallswinkel EBH aus:

$$\operatorname{tg} EBH = \frac{EH}{EB}.$$

Die Strahlen zwischen MB und LD , nach BG und DJ gebrochen, geben zu dem Schatten GJ Veranlassung. Da auch EG gemessen werden kann, so findet man den Brechungswinkel EBG aus:

$$\operatorname{tg} EBG = \frac{EG}{EB}.$$

Aus den eben ermittelten Winkeln EBH und EBG erhält man aber sofort: $EBH - EBG = GBH$, welcher Winkel, wie wir uns erinnern, Kepler als Maß der Brechung dient.

Nach einem zweiten, heute fast ganz vergessenen Versuch, mittels eines flachen Glaszylinders Brechungen zu messen, spricht Kepler den für seine optischen Arbeiten grundlegenden Satz aus, daß die Refraktionswinkel eines Kristalls — *angulus refractionis* ist, wie schon dargelegt, $\alpha - \beta$, — sich wie die Einfallswinkel verhalten, vorausgesetzt, daß letztere den Betrag von 30° nicht übersteigen. Kepler gibt damit die Richtigkeit des Ptolemäischen Brechungsgesetzes für kleine Winkel zu; in Bezug auf größere fügt er aber ausdrücklich bei: „Genau gemessene Refraktionen sind den Einfallswinkeln in der Luft nicht proportional“; denn zu einem Einfallswinkel von 90° müßte beim Kristall, für den die Refraktion den dritten Teil des Einfallswinkels beträgt, eine Refraktion von 30° gehören, während der Versuch 48° gibt. Die Proportionalität zwischen Einfallswinkel und Refraktion stellt also nicht das wirkliche Naturgesetz dar. Im 13. Lehrsatz teilt Kepler seine schöne Entdeckung der totalen Reflexion mit, die wir um so höher bewerten, wenn wir bedenken, daß ihm das Sinusgesetz der Brechung noch nicht bekannt war; er löst ferner die Aufgabe, mit Hilfe eines Kristallwürfels Schatten in Richtung gegen die Sonne zu werfen, und behandelt endlich den Strahlengang durch das Prisma, wobei die Regenbogenfarben in prächtigster Weise entstehen [*colores iridis jucundissimi oriuntur*]. Jetzt wendet er sich der Brechung zu, die von einer einzigen konvexen Fläche verursacht ist. Sein Endziel ist die Auffindung des Brennpunktes einer doppelt-konvexen Linse von beiderseits gleicher Krümmung. Es ist ungemein reizvoll, Schritt für Schritt seinen Gedanken zur Lösung einer Aufgabe zu folgen, die seine Vorgänger für unmöglich hielten. Aber auch nur ein Kepler konnte dieses Problem meistern. Aus dem leuchtenden Punkt läßt er unendlich viele Strahlen auf das Glas fallen und bestimmt vorerst nur den Brennpunkt der kugelförmig brechenden Fläche. In der Tat sucht er im 34. Lehrsatz die Vereinigungsweite der parallelen Strahlen, die an der vorderen konvexen Fläche einer Linse von weniger als 30°

Öffnung gebrochen werden, „wenn diese Strahlen außer der Brechung beim Eintritt keine weitere Richtungsänderung erfahren“. Die Wirkung der zweiten Linienfläche außer acht lassend, findet er unter Zugrundelegung des Brechungsverhältnisses $\frac{3}{2}$ durch einfache geometrische Beziehungen diese Vereinigungsweite ungefähr zu dem Dreifachen des Kugelradius der einfach brechenden Fläche. In ganz derselben Weise betrachtet Kepler im 35. Lehratz den Gang paralleler Strahlen, die auf eine konkav brechende Glasfläche von weniger als 30° Öffnung fallen; er ermittelt, daß sie sich hinter der konvexen Seite in einem Abstand vereinigen, der ungefähr gleich dem Kugeldurchmesser ist. Im Zusammenhalt dieser beiden Theoreme kommt nun Kepler schließlich im 39. Lehratz zu dem Ergebnis, daß die Brennweite der doppelt-konvexen Linse von beiderseits gleicher Krümmung dem Kugelradius der Konvexität gleich gesetzt werden kann, daß demnach also der Brennpunkt in deren Mittelpunkt fällt. Zusammenfassend gibt er dem Leser die Gedächtnisregel an die Hand: „Tribus semidiametris post convexum obversum, duabus post aversum, una post utrumque“ („Der Brennpunkt liegt um drei Halbmesser hinter der zugekehrten Konvexität, um zwei hinter der abgekehrten, um einen hinter beiden zugleich“), was wir heute kürzer aus der Kepler freilich nicht bekannten Brennweiteformel ableiten:

$$\frac{1}{f} = (n - 1) \left[\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right].$$

Keine geringere Bedeutung kommt dem folgenden Abschnitt zu: „Lentis effecta per se“, d. h. „Die Wirkungen der Linse an sich“. Kepler lehrt uns, sichtbare Gegenstände durch eine Konvexlinse auf einer Wand reell abzubilden; er weiß, daß das Bild umgekehrt ist; er zeigt, wie man den Halbmesser der gleichseitigen, bikonvexen Linse findet, wie man dieselbe Aufgabe für die plankonvexe löst; er unterrichtet uns über die Brennwirkungen der Konvexlinse und wie man sie als Scheinwerfer benutzen kann. Das Größenverhältnis von Gegenstand zu Bild durch das Verhältnis der Objektweite zur Bildweite zu messen, ist Kepler ebenfalls bekannt. Man sieht, daß dieser geniale Forscher über die Konvexlinse und ihre Anwendungen zu wunderbarer Klarheit sich durchgerungen und die Leistungen seiner Vorgänger weit in den Schatten gestellt hat.

Die Erkenntnisse über die Konvexlinse wendet nun Kepler auf das Auge und den Sehvorgang an; er ergänzt damit seine aus den Paralipomenen gewonnenen Forschungen. Im 60. Lehratz sagt er nach Plehns Überetzung: „Die Kristallfeuchtigkeit des Auges stellt eine konvexe Linse von hyperbolischer Gestalt vor, während die mit geistigem Stoff angefüllte Netzhaut hinter der kristallinen Feuchtigkeit gleichsam an Stelle des Papiers steht. Auf ihr bildet sich das Sichtbare mit wirklicher Zeichnung ab. Daß die kristallene Feuchtigkeit eine außerordentlich durchsichtige Linse von hyperbolischer Begrenzung sei und daß die Netzhaut eine weißrötliche Farbe habe, bezeugen die Erfahrungen der Anatomen.“ Eine geradezu meisterhafte Darstellung entwickelt Kepler in der folgenden These, in der er die Tätigkeit der Netzhaut also beschreibt: „Das Sehen ist eine Gefühlstätigkeit der gereizten und mit Sehgeist erfüllten Netzhaut;

die Netzhaut wird von den farbigen Strahlen der sichtbaren Welt bemalt. Diese Bemalung ist mit einer qualitativen, in den Sebstoff eindringenden, also nicht bloß mit einer oberflächlichen Veränderung der Netzhaut verknüpft, wie etwa die Kreide auf einer Wand entlang fährt oder das Licht über sie hinuflucht“ [Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften Nr. 144 Seite 28]. In der Netzhaut befindet sich also ein außerordentlich feiner Stoff, „der Sehgeist“, auf welchen die Linse durch ihre Brennwirkung einen zeretzenden Einfluß ausübt. Das bestätigt ihm auch die Erfahrung, nach welcher auf dem vom starken Lichte getroffenen Auge die Nachwirkung selbst nach Erlöschen des Lichteindrucks noch einige Zeit andauert. „Die Abbildung auf der Netzhaut muß also eine in die Tiefe dringende Veränderung hervorrufen.“ Kommt es uns nicht vor, als ob Kepler damit die physiologische Optik begründen und in der mit Sehgeist erfüllten Netzhaut den mehrere Jahrhunderte später von Boli in Rom entdeckten Sehpurpur beschreiben wollte, der durch das Licht ebenso eine chemische Veränderung erfährt wie die photographische Platte?

In dem 63. Lehrsatz wird dargelegt, daß die Netzhaut, welche ja stets denselben Platz im Auge beibehält, unmöglich von nahen und fernen Gegenständen zugleich scharfe Bilder erhalten kann; darauf folgt die Behandlung der Urfachen der Weit- und Kurzsichtigkeit und die wichtige Frage der Akkomodation. Die Fähigkeit des normalen Auges, nahe und ferne Gegenstände deutlich zu sehen, setzt eine Ortsveränderung der Netzhaut in Bezug auf die Kristallfeuchtigkeit oder der Kristallfeuchtigkeit in Bezug auf die Netzhaut voraus. Vielleicht erweitert das Auge — so meint Kepler — durch eine ähnliche Bewegung, wie sie der Pupille zukommt, die bei schwachem Licht sich erweitert, bei starkem sich zusammenzieht, den Augapfel im Äquator, wodurch der Augenhintergrund beim Sehen in die Ferne der Kristall-Linse sich nähert; vielleicht schnürt es sich im Äquator zusammen, damit beim Sehen in die Nähe der Hintergrund zurückweiche. Im zweiten Falle wird die Gestalt des Auges ellipsoidisch, die Sehachse verlängert sich; im ersten Fall aber nimmt es mehr die Linsengestalt an, die Netzhaut rückt näher an die Kristalllinse. Man sieht, daß Kepler die mechanischen Vorgänge der Akkomodation in einem von dem heutigen verschiedenen Sinn auffaßt. Nicht die Formänderung des Auges in der Sehachsenrichtung ist die Urfache der Akkomodation, sondern die Veränderlichkeit der Brechkraft der Linse, wie es die Helmholtzsche Theorie verlangt, nach welcher durch die Kontraktion des Ziliarmuskels die Linse stärker brechend wird.

Weiter hat Keplers „Dioptrik“ die Verbindung zweier Konkavlinfen, die Konkavlinfen, sowie die Verbindung von Konkav- und Konkavlinse zum Gegenstand. Aus dem überreichen Inhalt, der dem Leser sich bietet, sei nur das hervorgehoben, was hauptsächlich auf die Theorie der Fernrohre Bezug hat. Die 86. Aufgabe: „Duobus convexis maiora et distincta praestare visibilia, sed everso situ“ („Durch zwei Konkavlinfen eine deutliche Vergrößerung des Gegenstandes in umgekehrter Lage zu erreichen“), enthält die Konstruktion und die Art der Wirkungsweise jenes Fernrohres, welches heute noch als das Keplerische oder astronomische bekannt ist; in der 89. Aufgabe: „Tribus convexis

erecta et distincta et maiora praestare visibilia“ („Durch drei Konvexlinsen die Gegenstände aufrecht und deutlich und vergrößert darzustellen“) beschreibt er das terrestrische Fernrohr. Bekanntlich hat Kepler keines von beiden wirklich ausgeführt; das tat erst Christoph Scheiner, welcher in seinem Werke „Rosa Ursina“ berichtet, beide Fernrohre zu astronomischen Beobachtungen benutzt zu haben. Kaum geringeres Interesse kann gerade vom wissenschaftshistorischen Standpunkt aus die 105. Aufgabe beanspruchen: „Visibilia lente cava et convexa pingere super papyro maiori quantitate quam per solam convexam, sed eversa“ („Durch eine Konkav- und eine Konvexlinse auf einem Papier die Gegenstände verkehrt und in größerem Maßstab abzubilden als durch eine Konvexlinse allein“). In dieser Linsenkombination erkennen wir das Teleobjektiv, das nach manchen Wechselfällen seines Bestehens heute als photographisches Objektiv Anwendung gefunden hat. Der 107. Lehrsatz endlich: „Cava lente proxime oculum posita, quae solitaria confusa praestaret visibilia quaecunque, lens maiori circulo convexa in una certa remotione a cava distinguit visibilia et auget“ („Alles, was durch eine einzelne Konkavlinse nahe vor das Auge gebracht verschwommen erscheint, vergrößert und macht deutlich eine Konvexlinse von größerem Halbmesser in einer bestimmten Entfernung von der Konkavlinse“) gibt die ausführliche Erklärung des holländischen Fernrohres, mit dem Galilei kurz vor Erscheinen der Keplerschen „Dioptrik“ die folgenschwersten Entdeckungen und Beobachtungen am Himmel gemacht hatte. Kepler kam im August 1610 in den Besitz eines solchen Instrumentes durch seinen Gönner, den Kurfürsten und Erzbischof Ernst von Köln, der ihm einen von Galilei geschickten Tubus zum Geschenk machte. Daß die Länge des auf „Unendlich“ eingestellten holländischen Fernrohres gleich der Differenz der Brennweiten der Objektiv- und Okularlinse ist, daß die Vergrößerung, die man mit demselben erreicht, durch das Verhältnis der Brennweiten dargestellt ist, sind unserem Kepler geläufige Dinge. Er kennt aber auch Varianten des holländischen Instrumentes. Nimmt man statt einer einzigen zwei gleiche, dicht aneinanderliegende Konvexlinsen zum Objektiv und eine Konkavlinse zum Okular, so wird das Fernrohr um die Hälfte kürzer, verkleinert aber die Bilder; nimmt man jedoch zu einem konvexen Objektiv zwei nahe beieinander stehende Konkavlinsen als Okular, so wird das Fernrohr zwar etwas länger, bietet aber den Vorteil deutlicher und nahezu doppelt vergrößerter Bilder.

So haben wir in aller Kürze die optischen Arbeiten Keplers darzustellen versucht. Was Galilei für die Mechanik des freien Falles, Guericke für jene der Luft, Gilbert für die Erforschung des Magnetismus und der Elektrizität gewesen, das war Kepler für die Dioptrik — ihr Begründer und mächtiger Förderer. Freilich sind seine Verdienste um diesen Zweig physikalischen Wissens im Vergleich zu den Leistungen anderer Forscher wenig, nur allzu wenig gewürdigt worden. So hat Keplers wunderbare Theorie des Schvorganges nur langsam sich Bahn gebrochen. Immer wieder tauchten bis ins 19. Jahrhundert herein vereinzelt andere Meinungen, manchmal sogar lächerlicher Art, auf, um die Perlen Keplerscher Forschungsarbeit zu verschütten. Während Galilei aus seiner nur beiläufigen Beschäftigung

mit der Optik fürstliche Anerkennung und mediceischen Dank nicht nur nach der ideellen Seite allein hin ernten konnte, haben Keplers optische Arbeiten trotz ihrer Originalität und ihrer außerordentlichen Tragweite die Tragik im Leben ihres Urhebers nicht zu ändern oder auch nur zu lindern vermocht. Der finanzielle Erfolg seiner „Paralipomena ad Vitellionem“, denen er drei Jahre intensivsten Fleißes zugewendet hatte, war äußerst dürftig: vom Verleger erhielt er nichts als eine Anzahl von Freiemplaren.

So besteht Grund genug, daß wir zum Gedächtnis des 15. Novembers 1630 nicht zuletzt auch der optischen Arbeiten des unsterblichen Mannes in Dankbarkeit uns erinnern.

KEPLER-RELIQUIEN,

WELCHE IN DER STERNWARTE PULKOWO
AUFBEWAHRT WERDEN.

VON PROF. DR. P. JASCHNOFF,
BIBLIOTHEKAR DER STERNWARTE PULKOWO.

Im Jahre 1876 gelangte in den Besitz der Hauptsternwarte Pulkowo eine kleine Sammlung von Gegenständen, welche aus der Familie des berühmten deutschen Astronomen Johannes Kepler herrühren und darum allen Freunden der Wissenschaft als wertvolle Reliquien gelten müssen. Als solche werden sie feither in der Bibliothek der Sternwarte pietätvoll aufbewahrt.

Im Jahresbericht für das Jahr 1876 wird darüber vom damaligen Direktor der Sternwarte Otto Struve Folgendes mitgeteilt:

„Bekanntlich bildet die nahezu vollständige Sammlung der Keplerischen Manuscripte einen besonders wertvollen literarischen Schatz unserer Sternwarte. Dieser Umstand wurde Veranlassung, daß mein hochgeehrter College, der Director der Breslauer Sternwarte Professor Galle, mir im vergangenen Jahre den Vorschlag machte, von den letzten directen Defzendenten Keplers, die noch in Schlesien leben, einige Gegenstände käuflich zu erwerben, welche bis dahin als Andenken an ihren unsterblichen Vorfahren mit Pietät in der Familie aufbewahrt waren. Wir haben das freundliche Anerbieten mit Dank angenommen und werden die erworbenen Gegenstände neben den Manuscripten aufbewahren.“

Während der Verhandlungen über den Verkauf, wozu eine ministerielle Entscheidung erforderlich war, befand sich die obenerwähnte Sammlung in der Breslauer Sternwarte fast ein halbes Jahr und Professor Galle benutzte diese Gelegenheit, um die ihm aus Lauban gefandten Gegenstände zu beschreiben und einen von ihnen, nämlich das Gebetbuch mit interessanten handschriftlichen Eintragungen, kritisch durchzusehen.

Diese theils schon verblaßten Eintragungen hat er zur Erleichterung des Lesens vollständig abgeschrieben; über die Kepler-Reliquien hat er dem Direktor Otto Struve in einem Briefe ausführliche Mittheilungen gemacht und dabei auch eine Kopie der obenerwähnten Abschrift nach Pulkowo gefandt.



Tafel XVIII.

Johannes Kepler und seine erste Gattin Barbara, geb. Müller von Mühleck,
aus der Zeit von 1597—1600.

Nach den Miniaturen der Sternwarte Pulkowo.

Diesem Briefe entnehmen wir die Mitteilung über die Umstände, welche den Verkauf der ganzen Sammlung veranlaßt haben:

„Die beiden Damen in Lauban (d. h. die Besitzerinnen der Gegenstände) legen einen hohen Werth darauf, daß dieser Nachlaß nunmehr in Pulkowo mit dem wissenschaftlichen Nachlaß Kepler's eine gemeinsame Aufbewahrung finden soll, und sind sehr dankbar für den gewährten Preis, der ihnen bei ihrer bedürftigen Lage sehr zu Hülfe kommt, da sie ihr kleines Vermögen durch den Bankerott eines Kaufmanns fast ganz verloren haben. Außerdem fiel ihre jüngste Schwester Ottilie (wie es scheint, durch gewagte und unglückliche Blutentziehung am Kopfe wegen eines Augenleidens) vor ein Paar Jahren in ein Gehirnleiden und Geisteskrankheit, was ihnen unfägliche Noth verursacht hat. Diese jüngste Schwester ist jetzt Anfang Juli gestorben, und es leben jetzt nur noch Emma und Auguste Schnieber, beide jedoch auch sehr bejahrt. Zu dem Verkauf der noch von ihrer Mutter heilig aufbewahrten Gegenstände veranlaßte sie neben ihrer Bedürftigkeit eben noch besonders der Wunsch, daß dieselben nicht nach ihrem Tode von Händlern unbeachtet verstreut werden möchten.“

Die Sammlung enthält folgende Gegenstände:

1. Ein kleines Bildnis des Astronomen J. Kepler. Tafel XVIII.
2. Ein Bildnis seiner ersten Frau Barbara Kepler, geb. Müller von Mühleck. Tafel XVIII.
3. Ein Bildnis ihres Schwiegerohnes Professor Bartsch. Tafel XIX.
4. Ein Stirnband mit weißen Glasperlen und runden Goldplättchen verziert.
5. Ein Zwirnkörbchen aus feinem Messingdraht.
6. Eine vergoldete Nadel, deren Kopf eine Hand mit einem Fingerring darstellt. Der Ring ist mit einem kleinen Rubin geschmückt.
7. Ein irdenes Tellerchen mit einer Farbenzeichnung, welche einen Vogel mit einem Zweige im Schnabel darstellt. Außerdem ist darauf die Jahrzahl 1667 mit Farbe aufgeschrieben.
8. Ein kleines Gebetbuch gebunden und mit grünem Sammet überzogen. Auf den Einbanddeckeln sind die Spuren von zwei Buchverschlüssen sichtbar, welche verloren sind. Tafel XX.

Die ersten zwei Bildnisse haben die Form ovaler Medaillonbilder (7x5 cm); sie sind mit Ölfarbe auf Kupferplatten gemalt und auf Pappenblätter geklebt. Das Bildnis von J. Bartsch ist rechteckig (11x9 cm) und auch auf eine Kupferplatte gemalt. Alle drei Bildnisse sind ganz gut erhalten und die Farben erscheinen sehr frisch und nicht verblaßt. Sie sind in drei ähnliche hölzerne vergoldete Rahmen eingesetzt, welche gewiß aus späterer Zeit stammen und nicht sehr fein ausgeführt sind.

Über diese Bildnisse war in der „Schlesischen Zeitung“ vom 23. März 1863, nämlich in einem Artikel „Reliquien von Kepler“ berichtet. Damals wurden diese Reliquien dem Comité für Keplers Denkmal in der Stadt Weil von den Besitzerinnen zur Einsicht angeboten.

Auf dem Papierüberzug der Rückseite der Rahmen sind folgende Inschriften:

1. „Vorstehendes Portrait ist daß des großen Astronom und Mathematikers Keplers und gehört Emma, Auguſta und Ottilia Schnieber in Lauban in Schlefien, geſchrieben den 24. 2. 1863.“
2. „Vorstehendes Portrait ist daß der I. Frau des großen Astronom und Mathematiker Kepler geb. Frln. von Mühleck und gehört .“ (weiter, wie oben).
3. „Dieses Portrait ist daß des H. Dr. und Professor in Straßburg Bartsch. Starb in Lauban 1632 an der Peste und ist der Schwiegerohn des großen und berühmten Astronom Keplers und gehört . . .“

Diese Inschriften sind gewiß vor der Abfendung der Bildnisse nach Weil von den Besitzerinnen gemacht worden.

Es ist mehr als wahrscheinlich, daß die ersten zwei Bildnisse J. Kepler und seine Frau Barbara als junges Ehepaar darstellen, also aus der Zeit stammen, als der junge Gelehrte in Graz wirkte.

Das kleine Bildnis Keplers macht besonders wertvoll, daß es das einzige ist, welches uns von dem Aussehen des jungen Kepler Kunde gibt, als er mit großen Hoffnungen auf der Schwelle seiner ruhmvollen und leidensvollen Tätigkeit stand und sein erstes großes Werk — „Prodromus dissertationum cosmographicarum“ — verfaßte.

Die Gegenstände, welche in dem Verzeichnis mit den Zahlen 4 bis 6 bezeichnet sind, gehörten ihrerzeit der Frau Barbara Kepler samt dem Gebetbuche (8).

„Daß Kepler und seine erste Frau Barbara im Besitz der bezeichneten Gegenstände gewesen sind, ist eine Tradition in der Familie, welche anzuzweifeln an sich kein äußerer Grund vorhanden ist,“ schreibt Professor Galle in seinem Briefe und fügt noch Folgendes hinzu: „Die Tradition hat jedoch, wie ich glaube, auch durchaus eine innere Glaubwürdigkeit. Die Gegenstände bilden Indicien einer gewissen Wohlhabenheit, die wohl nur in Keplers erster Ehe sich noch äußern konnte und deren Schwinden ja gerade der anders gewöhnten Barbara besonders schwer fiel und sammt der mancherlei Noth ihre Krankheit und frühen Tod mit verursachte. Ferner ist es nicht recht denkbar, daß diese Andenken durch fast drei Jahrhunderte mit einer solchen seltenen Pietät von Geschlecht zu Geschlecht sollten fortgeerbt worden sein (da sie ja an sich nichts besonders werthvolles sind), wenn nicht der berühmte Name Kepler's dazu den Anlaß gegeben hätte.“

Das Tellerchen mit dem Vogel und der Jahrzahl 1667 wird mit einer luftigen Tradition verbunden. Es gehörte einer Enkelin der Sufanna Kepler. Diese Enkelin Anna-Rosine Gunthern wollte überhaupt nicht heiraten. Als sie sich aber 1690 mit Sigismund Vogel verheiratete, schenkte ihr eine ihrer Freundinnen zum Scherz dies Tellerchen, auf welchem auch ein Vogel gezeichnet war.

Am interessantesten ist das kleine Gebetbuch, welches auch der Frau Barbara Kepler gehörte und nach ihrem Tode von ihrer Tochter Sufanna geerbt worden war. Das Büchlein ist von der Größe 8×6 cm,

enthält 90 Seiten mit gedrucktem Texte und noch 96 Seiten reinen Papiers, welche fast völlig mit verschiedenen handschriftlichen Eintragungen beschrieben sind.

Ort und Zeit des Druckes ist unbekannt, da das Titelblatt fehlt. Der vordere Einbanddeckel an der inneren Seite und die ersten Blätter sind etwas durch Wurmflöhe beschädigt. Auf dieser Rückseite des Deckels war ein Wappen mit schwarzer, roter und goldener Farbe gemalt, dessen Spuren noch jetzt deutlich sichtbar sind. Professor Galle vermutet, daß es das Wappen der Familie Müller von Mühleck war, aus welcher Keplers erste Frau stammte.

Der gedruckte Text ist auf jeder Seite von einer rot gedruckten Borte umrahmt und enthält verschiedene Gebete, von welchen einige, wie z. B. „Vater Unser“ und andere mit Erläuterungen begleitet sind.

Die handschriftlichen Eintragungen beginnen mit einem Gedicht moralischen Inhalts; dasselbe ist in folgender Weise unterzeichnet:

„Dies schrieb ich meiner herzlieben Schwester. Ludwig Kepler
Anno 1620.“

Die hier erwähnte Schwester ist gewiß die zweite Tochter Keplers *Sufanna*, welche im Jahre 1602 geboren war. Der Sohn Keplers *Ludwig* war nur 13 Jahre alt, als er die Eintragung machte.

Weiter folgen religiöse Gedichte, Lebensregeln u. dgl., welche von verschiedenen Personen geschrieben sind.

Auf der elften Seite steht ein Gedicht, das von *Sabina Kochlin* eingetragen und an dessen Schluß ein Monogramm „VB“ gezeichnet ist. Die Eintragungen auf den Seiten 12—25 sind mit den Initialen *S. K.* unterzeichnet, die, wie die Handschrift deutlich zeigt, auch von *Sabina Kochlin* herrühren. Das letzte von ihr eingetragene Gedicht (S. 25) ist wieder mit vollem Namen unterzeichnet und außerdem mit der Jahrzahl 1610 datiert. Wenn diese Jahrzahl richtig ist, so stammen diese Eintragungen aus der Zeit vor dem Tode der Frau *Barbara*, welche im Jahre 1611 zu *Prag* starb.

Die weiteren aus den zwanziger Jahren herrührenden Eintragungen wurden für *Sufanna Kepler* geschrieben, was in einigen Fällen ganz bestimmt angedeutet wird.

Auf der achtzigsten Seite beginnt eine Notiz über die Nachkommen Keplers, welche der Ehe seiner Tochter *Sufanna* mit *Jakob Bartsch* entstammten. Diese Notiz ist von dem schon früher erwähnten *Sigismund Vogel* geschrieben und beginnt mit der folgenden Mitteilung:

„Ao 1620 hat dieses Buch gehört Jungfr. *Sufanna Keplerin*, des in der gelehrten Welt bekannten *H. Johann Kepleri* etc.“

Es ist merkwürdig, daß diese Reliquien Keplers anscheinend immer von Mutter zur Tochter übergegangen sind, bis sie endlich in den Besitz der Schwestern *Schnieber* kamen. *Sigismund Vogel* schließt seine Mitteilungen mit einer Notiz über die Heirat seiner jüngeren Tochter *Ottilia Maria*. Dabei bemerkt er unter anderem mit Bedauern: „Also war nun aus diesem vortrefflichen Geschlecht nichts als Handwerkerleute; ich kam zu

langsam in die Freundschaft und Haus, hätte sonst noch viel schöne und rare Sachen von mathematischen Instrumenten und manuscriptis erretten wollen.“

Seite 85 beginnt mit der Überschrift: „Fortsetzung den 25. Februar 1863“. Das darauf Folgende ist gewiß von einer der Schwestern Schnieber, vor Abendung der Sammlung nach Weil eingetragen ebenso wie die oben angeführten Inschriften auf der Rückseite von drei Bildern. Die genealogischen Mitteilungen, welche in der Notiz von S. Vogel und in ihrer Fortsetzung enthalten sind, lassen eine Reihe von Keplers Nachkommen zusammenstellen, welche aufeinanderfolgend im Besitz der hier behandelten Gegenstände waren.

Sufanna Kepler (geb. 1602), verheiratet mit Jacob Bartsch (1630). J. Bartsch starb 1632 in Lauban.

Ihre Tochter Sufanna Bartsch, verheiratet mit Gottfried Gunthern.

Ihre fünfte Tochter war Anna Rosine, welche sich 1690 mit Sigismund Vogel verheiratete. Dieser starb um 1732. Ihre jüngste Tochter Ottilia Maria war nach der Scheidung ihrer ersten Ehe mit Johann Christoph Goebel 1729 verheiratet und starb im Jahre 1788 im Alter von dreiundachtzig Jahren. Aus dieser zweiten Ehe stammte Maria Ottilia (1742 bis 1803), welche sich 1777 mit Johann Christoph Streid verehelichte. Ihre zweite Tochter Eleonore Henriette Ottilia (geb. 1782) verheiratete sich 1806 mit Christian Gottlieb Schnieber. Das waren die Eltern der Schwestern Schnieber, welche die Reliquien Keplers der Pulkowoer Sternwarte verkauft haben.

Ihre ältere Schwester Laura Luise Leopoldine war mit Friedrich Robert Schmidt in Schmiedenberg (Schlesien) verheiratet und hatte drei Kinder: Robert Louis Schmidt, der um 1863 in Brasilien lebte, und zwei Töchter: Emma und Fanny.

Ihr Bruder Gustav Schnieber war Polizei-Assessor in Königsberg und hatte einen Sohn, ebenfalls Gustav genannt, der im Jahre 1849 geboren war.

Damit schließen die im Gebet- und Stammbuche enthaltenen Mitteilungen über Keplers Nachkommenschaft.

Zum Schlusse sprechen wir die Bitte aus, alle neuen biographischen Materialien, welche bei Gelegenheit des bevorstehenden Ehrenfestes Keplers veröffentlicht werden, der Bibliothek der Pulkowoer Sternwarte zuzuschicken, in der ein so bedeutender Teil seines Nachlasses gesammelt und aufbewahrt ist.)*

Pulkowo Sternwarte, den 24. Januar 1930.

Bibliothekar der Sternwarte Pulkowo:

Peter Jafchnoff, Astronom.

*) Dieses Ersuchen der Bibliothek der Sternwarte Pulkowo wird hiemit auch weiteren Kreisen zur Kenntnis gebracht.

D. H.



Tafel XIX.

Jacob Bartfch, Keplers Schwiegerfohn.

Nach einer Miniatur der Sternwarte Pulkowo.



Tafel XX.

Gebetbuch Barbaras, der ersten Gattin Keplers.

Eigentum der Sternwarte Pulkowo.

KEPLERBEWEGUNGEN INNERHALB DER ATOME UND MOLEKÜLE.

VON PROFESSOR DR. A. KORN, CHARLOTTENBURG.

Die grundlegende Erkenntnis *Newtons*, daß die Relativbewegung eines materiellen Punktes gegen einen zweiten materiellen Punkt nach den *Kepler'schen* Gesetzen eine Anziehungskraft der beiden Punkte umgekehrt dem Quadrate ihrer Entfernung in der Richtung ihrer Verbindungsgraden involviere, hat die beiden Namen *Kepler* und *Newton* für immer in der Geschichte der Mechanik verknüpft. Wo immer Kräfte zwischen zwei Massen auftreten, welche dem Quadrat der Zentraldistanz umgekehrt proportional sind (wir wollen die Massen der Einfachheit halber als Kugeln auffassen) und in der Richtung dieser Zentraldistanz wirken, da erscheinen die beiden Namen am Firmament und leuchten allen Untersuchungen voran, welche weiter in die Geheimnisse des Naturgeschehens einzudringen suchen.

Die scheinbaren Kräfte, umgekehrt proportional dem Quadrate der Zentraldistanz zweier Massen, sind zweifellos in den weiten Gefilden der univervellen Mechanik nur erste Annäherungen; wir wissen, daß das *Newton'sche* Gravitationsgesetz, welches die Bewegung der Planeten um die Sonne usw. zuerst mit absoluter Genauigkeit zu beschreiben schien, auch nur eine erste Näherung sein kann, daß das *Coulomb'sche* Gesetz, welches ähnliche scheinbare Kräfte zwischen den Elementarteilchen der elektrischen Massen postuliert, gleichfalls nur eine erste Annäherung sein kann, von der erhebliche Abweichungen eintreten können, wenn die Massen in raschen Bewegungen begriffen sind; es können auch Abweichungen infolge von allerhand anderen Umständen eintreten, in jedem Falle aber ist immer die *Newton-Kepler-Bewegung* der erste Anhaltspunkt; bevor man an die Verfeinerung aller solcher Untersuchungen gehen kann, muß man zunächst die der ersten Annäherung entsprechenden Erscheinungen in allen Einzelheiten studieren, und dann führen uns erst die Abweichungen, die oft außerordentlich gering sind, auf neue Annahmen, welche wir zweiten Annäherungen zugrunde legen können. Die von den Astronomen gefundenen kleinen Abweichungen von den *Kepler-Bahnen* haben den modernen Spekulationen der Relativitätstheorie Nahrung gegeben, sie lassen sich allerdings auch durch Absorptionen des Zwischenmediums beschreiben, und es ist ferner zu erwarten, daß mit der Verfeinerung der

Messungen auch Abweichungen von dem Newton'schen Gesetz auftreten werden, welche von Gliedern herrühren, die in Bezug auf die ersten Annäherungen von der Ordnung

Radien der betreffenden Himmelskörper / Zentraldistanz

klein sind und bisher vernachlässigt wurden. Solche weiteren Nähierungsglieder ergeben sich mit Notwendigkeit, sobald man sich irgendwelche mechanische Ideen über die Entstehung der Gravitation und allgemein der scheinbaren Kräfte, umgekehrt proportional dem Quadrate der Zentraldistanz, zurechtlegt. Die einfachste mechanische Vorstellung über die Entstehung der Gravitation und allgemein scheinbarer Kräfte von der genannten Art ist sicherlich die Annahme, daß die materiellen Teilchen Schwingungen von außerordentlich kleiner Amplitude ausführen, daß außerhalb der materiellen Teilchen ein Zwischenmedium vorhanden ist, durch welches sich diese Schwingungen fortpflanzen und infolge der so entstehenden Bewegungen eine scheinbare Wechselwirkung der Teilchen zustandekommt. Scheinbare Wechselwirkungen mit Kräften, die in der Richtung der Zentraldistanz wirken und dem Quadrat der Zentraldistanz umgekehrt proportional sind, können nur auftreten, wenn das Zwischenmedium sich den Schwingungen gegenüber wie eine inkompressible Flüssigkeit verhält, und wenn die Schwingungen sogenannte Pulsationen sind, das sind also Dichtigkeitschwingungen, welche sich nach allen Seiten in der gleichen Weise ausbreiten. Wenn alle materiellen Teilchen mit derselben äußerst kleinen Schwingungsdauer pulsieren und zwar in derselben Phase (d. h. wenn alle Teilchen immer gleichzeitig das Maximum und immer gleichzeitig das Minimum ihres Volumens erreichen), dann ergibt sich bei einem empirisch inkompressiblen Zwischenmedium das Newton'sche Gesetz zwischen den Teilchen, und damit folgen die Kepler'schen Bewegungen, in erster Annäherung, wenn man Glieder von der Ordnung

Radien der Teilchen / Zentraldistanz

gegen die Hauptglieder vernachlässigt.

Ähnliches ist über die Wirkung elektrischer Teilchen auf einander zu sagen, wenn man sich dieselben mechanisch in der Weise zurechtlegt, daß auch die elektrischen Teilchen als pulsierende Teilchen aufzufassen sind, wobei gleichnamige und ungleichnamige elektrische Teilchen in ihrer Phase übereinstimmen bzw. entgegengesetzte Phase haben. Wie zu erklären ist, daß bei den elektrischen Teilchen eine Anziehung bei entgegengesetzter Phase, Abstoßung bei gleicher Phase zustande kommt, während gravitierende Teilchen, die alle gleichphasig pulsieren müssen, Anziehung zeigen, auf diese Frage, deren Beantwortung einen Unterschied in der Konstitution der gravitierenden und elektrischen Teilchen bedingt, wollen wir hier nicht eingehen. Es kommt uns hier nur darauf an, daß die negativ elektrischen Teilchen (welche erfahrungsgemäß eine wesentlich kleinere Masse haben müssen, als die positiv elektrischen Teilchen) im Atom bei ihren Bahnen um die elektrisch positiven Kerne in erster Annäherung den Kepler'schen Gesetzen folgen müssen. Auf diese wichtige Erkenntnis sind zahlreiche moderne Atomtheorien gegründet

worden, hier ist vor allem die Theorie von Bohr zu erwähnen, der, unter Hinzunahme einiger Hypothesen der Quantentheorie, auf dieser Grundlage eine überraschende Erklärung der Balmer-Serie für das Wasserstoff-Spektrum geben konnte.

So gewagt diese Spekulationen in der Atomtheorie, welche die Atome gewissermaßen von der Art der Sonnensysteme annahm (in denen der positive Kern die Rolle der Sonne, die negativen Elektronen die Rolle der Planeten spielen), zunächst erscheinen mochten, es muß zugestanden werden, daß sie den Anstoß zu einer großen Zahl wichtiger physikalischer Arbeiten gegeben und auch bereits zu Entdeckungen neuer Erscheinungen geführt haben. Viele der modernen theoretischen Physiker wollen allerdings von einer rein mechanischen Auslegung solcher Art nichts wissen, für ihre Spekulationen kommt es gar nicht darauf an, ob wirklich solche mechanische Umläufe im Atom erfolgen, sie betrachten nur die auf die einzelnen Teilchen von anderen ausgeübten Kraftkomponenten entsprechend den Gesetzen des Elektromagnetismus und machen sich rein formal (mit Hilfe der Wellengleichung von Schrödinger) Eigenschwingungen zurecht, welche bei dem Bestehen solcher Kräfte auftreten müssen. Man kann so zu Erklärungen der Spektralercheinungen gelangen, manche chemische Erscheinungen in ein gewisses System bringen usw. Ich gebe meiner persönlichen Ansicht Ausdruck, daß man von einer befriedigenden Theorie noch nicht sprechen kann, solange die mechanische Erklärung ausgeschaltet ist; die formale Zusammenfassung einer Reihe von Erscheinungen durch solche Spekulationen ohne mechanische Grundlage kann, wenn das Glück es will, sicherlich gelegentlich zu Entdeckungen führen, zumal wenn die Anzahl der in solcher Richtung Arbeitenden sehr groß ist und ihnen experimentelle Geschicklichkeit zur Verfügung steht; um wie viel größer ist aber die Wahrscheinlichkeit für wichtige Fortschritte, wenn die Verbindung mit der Mechanik gefunden wird! Ich denke also, daß es vorteilhaft sein wird, den mechanischen Grund und Boden nicht zu verlassen, und wenn wir in den Atomen zur Erklärung der Spektren z. B. Schwingungsbewegungen mechanischer Art annehmen wollen, denen die in dem Atom vorhandenen negativ elektrischen Teilchen unterworfen sein müssen, so liegt es am nächsten, daß Keplerbewegungen der negativen Teilchen um den positiven Kern vorausgesetzt werden, denen die zur Erklärung der Spektren heranzuziehenden Schwingungen überlagert sind.

Wenn die elektrischen Teilchen als starre Teilchen aufgefaßt würden, die sich entsprechend dem Coulomb'schen Gesetz bewegen, könnte man natürlich nicht zu einer Erklärung solcher Schwingungen gelangen; die Pulsationstheorie für die Entstehung der Coulomb'schen Kräfte weist uns aber schon auf einen Weg hin, mechanisch zu solchen Schwingungen zu gelangen: Wo Pulsationen sind, ist keine völlige Inkompressibilität, geschweige denn Starrheit vorauszusetzen, und wenn wir irgend welche Kompressibilität der die elektrischen Teilchen zusammensetzenden Materie, eventuell auch des Zwischenmediums, voraussetzen, so ist sofort die Möglichkeit der Schwingungsbildung gegeben. Warum sollte nun nicht ein negativ elektrisches Teilchen bei seinen raschen Kepler'schen Bewegungen im Atom infolge seiner geringen Kompressibilität oder infolge einer geringen Kompressibilität des Zwischenmediums Schwingungen

ausführen, welche sich zu der Hauptbewegung, die sich nach den Kepler'schen Gesetzen vollzieht, hinzuaddieren? Da ergibt sich nun tatsächlich, daß infolge von Kompressibilitätseigenschaften sowohl der bewegten Teilchen, als auch des Zwischenmediums zu den Keplerbewegungen Trabantenbewegungen hinzukommen können, welche man für die Spekttra der Atome bzw. Moleküle verantwortlich machen kann. Es ist durchaus nicht nötig, alle Grundlagen der früheren Physik umzuwerfen, wie so viele der heutigen theoretischen Physiker dies so gern tun wollen; es ist dies im übrigen oft nur eine Frage des persönlichen Geschmacks; die formale Gestaltung der Theorien wird in dem einen und in dem anderen Falle nicht wesentlich verschieden sein, hier wie dort wird man die Keplerbewegungen zu untersuchen haben, welche als erster Ausgangspunkt für die Spektralschwingungen in Betracht kommen können, und bezüglich der Schwingungen selbst wird nur der Unterschied bestehen, daß die mechanischen Theorien von wirklichen mechanischen Schwingungen sprechen werden, welche sich den Keplerbewegungen überlagern, während bei den antimechanischen Theorien ganz im Dunkeln gelassen wird, welcher Art die Schwingungen sind; die Schwingungsgleichungen, die Bestimmung der Schwingungsdauer und eventuell der Amplituden sind das Wesentliche.

Wie immer auch die philosophische Einstellung des Einzelnen sein möge, der formale Kern wird doch allen Theorien gemeinsam sein. Man könnte sich ja bei den Planetenbewegungen auch denken, daß es sich um eine Fiktion handelt, daß das, was wir als Planeten am Firmamente zu sehen glauben, von gewissen Wellen herrührt, welche die Lichterscheinungen für unsere Sehorgane auslösen. Das wird nicht hindern, in irgend einer Weise formal die Kepler'schen Gesetze wieder als die Grundlagen für die Erforschung der vermeintlichen Bahnen einzuführen. So ähnlich liegt es auch mit den Keplerbewegungen innerhalb der Atome und mit den Schwingungen, welche sie vielleicht als Trabantenbewegungen begleiten. Im Makrokosmos, wie im Mikrokosmos, werden die Keplerbewegungen stets grundlegende Bedeutung haben!

WAS KANN UNS DIE POLYEDER - THEORIE LEHREN?

ZUM GEDÄCHTNIS VON KEPLERS TODE
(15. November 1630).

VON UNIV.-PROF. DR. PLASSMANN ZU MÜNSTER I. W.

Wie die „Räuber“ das Erstlingswerk Schillers sind, so ist das „Mysterium cosmographicum“ die erste größere Arbeit des Schwaben Kepler. Das gewaltige Drama, das sich in tyrannos richtet, läßt bei allen Schwächen und Unwahrscheinlichkeiten doch durch seine Diktion ahnen, welches neue sprachbildende Genie damit aufwartet. Auch das „Mysterium“ ist, wenn man eben nur die darin verfochtene Theorie beurteilt, ein verfehelter Wurf, und doch leitet es auch wichtige Gedankengänge ein, nicht nur weil es gleichfalls in die Entwicklung eines großen Geistes eingebaut ist, sondern auch weil es einen unvergänglichen Kern enthält, aus dem vielleicht später ein anderer Baum wachsen wird.

Im Altertum bildeten die fünf regelmäßigen Polyeder die Krone des Gebäudes der elementaren Mathematik. Auch heute noch kann ein geschickter Lehrer dieses Faches an einer höheren Schule, wenn ihm, was man ja leider zu bemerken nicht unterlassen darf, die amtlichen Vorschriften dazu die Zeit lassen, durch Behandlung gerade dieses Stoffes die Schüler mächtig fördern. Wenn auch das wichtigste Gebiet der Anwendung der Sätze über das körperliche und sphärische Dreieck das astronomische ist, so ist es doch auch didaktisch wertvoll, etwa für das Dodekaeder, wo drei ebene Winkel, jeder von 108° , zusammenstoßen, die entstehenden Flächenwinkel zu berechnen, ohne Logarithmen zunächst, nur mit Hilfe der Funktionswerte selbst, die sich aus dem goldenen Schnitte ergeben. Es wird schon auf dem Wege zu den Funktionen der Flächenwinkel, und dann auch beim Bestimmen der Winkel selbst, beständig das Rationalmachen der Nenner geübt, und es werden die einfacheren Zusammenhänge der Funktionen untereinander verwertet. Die räumliche Intuition und auch das ästhetische Empfinden wird gefördert, wenn ein geschickter Schüler das Modell aufbaut und vor dem Zusammenkleben die fünf Diagonalen jeder einzelnen Fläche so durch Farben unterscheidet, daß an dem fertigen Gebilde die fünf Würfel, die mit ihm je 8 Ecken gemein haben,

gut hervortreten. Die Wechselbeziehung zwischen Dodekaeder und Ikosaeder einerseits, zwischen Hexaeder und Oktaeder andererseits, die Sonderstellung des Tetraeders, die Tatsache, daß nur bei den zwei erstgenannten Körpern die Wurzel aus 5 auftritt, während man für die drei anderen mit den Wurzeln aus 2 und 3 auskommt, ist zu besprechen, vielleicht auch, daß nur die drei einfacheren kristallographisch vorkommen, auch in Kombinationen, während das Dodekaeder und Ikosaeder hier ausscheiden, obschon es Formen gibt, die ihnen äußerlich nahekommen. Es möchte dann nicht schaden, die Bemerkung einfließen zu lassen, daß die Kristallbildung mit den ursprünglichen Eigenschaften des Stoffes irgendwie zusammenhängt, wobei man ja auf leicht erhaltbare Kristalle, wie die von Kochsalz und Alaun, verweisen kann, auch auf die von Eis und Zucker, obschon ja hier ein anderes System vorliegt.

Zur Zeit Keplers und noch lange nachher mußte der angehende Theologe aller christlichen Bekenntnisse ein gründliches Wissen in den Fächern der philosophischen Fakultät erwerben und als erworben nachweisen. Da sich die mathematische Begabung in ihm, besonders noch geweckt durch einen so tüchtigen Didaktiker wie M ä t l i n, sehr bald als recht groß erwies, überdies aber sein stets auf das Höchste gerichteter Sinn allenthalben nach Zusammenhängen im Kosmos suchte, versteht man, daß er gerade in jener Zeit, wo ihm die erste Lebensstellung zugewiesen war und das Ideal des geistlichen Berufes zu verblässen begann, das wunderbar geschlossene System der fünf Körper in seine Betrachtungen über das Weltganze einbezog. Da vielleicht nicht bei allen Lesern dieser Zeilen mit einer eingehenden Kenntnis seiner Hypothese zu rechnen sein wird, sei sie kurz auseinandergesetzt. Zu jedem der fünf Körper gehört eine einbeschriebene und eine umbeschriebene Kugel; das Verhältnis der Halbmesser dieser Kugeln zu der Seite des Körpers läßt sich berechnen, und es treten in den Ergebnissen wieder die Quadratwurzeln aus 2, 3 und 5 auf. Kepler denkt sich um die Sonne zunächst mit dem Halbmesser der als rein kreisförmig angesehenen Bahn des Merkur eine Kugel beschrieben; er konstruiert dann ein Oktaeder von solcher Lage und Größe, daß seine Flächen die Kugel berühren. Durch die Ecken des Oktaeders geht eine etwas größere Kugel, und ihr Halbmesser ist, wie Kepler glaubt, gleich dem der Bahn des Planeten Venus. Diese zweite Kugel wird berührt von den Flächen eines Ikosaeders, durch dessen Ecken dann die dritte Kugel geht, deren Radius gleich dem der Erdbahn ist. Es wird nun das Dodekaeder eingesetzt, und wir erhalten die vierte Kugel, deren Halbmesser so groß ist wie der Sonnenabstand des Mars. Die gewaltige Lücke zwischen dieser Bahn und der des Jupiter, in die er anfangs einen noch zu entdeckenden Himmelskörper setzen wollte, überwand er durch Einschaltung des Tetraeders, das mit seiner geringen Anzahl von Ecken und Flächen am weitesten ausgreift. Nun berührt der Würfel, das Hexaeder, die Kugel, die durch die Ecken des Tetraeders geht, und durch seine Ecken geht dann die sechste und letzte Kugel; ihr Halbmesser ist gleich dem Abstände des Saturn von der Sonne.

Heute, wo der weite Raum zwischen den Bahnen des Mars und des Jupiter durch mehr als tausend bekannte Asteroiden besetzt ist, wo wir

wissen, daß außerhalb der Bahn des Saturn noch Uranus und Neptun ihre weiten Kreise ziehen, ja wo eine im Kepler-Jahre erfolgte Entdeckung lag, daß auch mit Neptun die Grenze nicht erreicht ist, heute muß dieses System ja versagen, selbst wenn es quantitativ Besseres leistete, als es wirklich tut. Daß Kepler, obgleich er, wie gesagt, eine Zeitlang mit dem Gedanken, zwischen Mars und Jupiter einen Planeten zu setzen, gespielt hat, sich doch zuletzt auf den numerus clausus von sechs Wandelsternen festlegte, ist ihm kaum zu verdenken. Hat doch noch *Herschel* im Jahre 1781 den von ihm entdeckten Uranus zunächst für einen Kometen angesehen, weil ihm der Gedanke an einen weiteren Planeten nicht erörterungsfähig schien; ja es hat noch zwanzig Jahre später *Piazzi* bei der Ceres zuerst demselben Irrtum gefröhnt, während *Bode* schon bald behauptete, es müsse sich hier um den lange gesuchten „achten Hauptplaneten“ zwischen Mars und Jupiter handeln. Daß nur eines der größten von tausend Geschwistern den Leuten in den Weg gelaufen sei, ahnte niemand. Es geht noch weiter. Als Ceres durch die Konjunktion mit der Sonne verloren ging, bewies ein Philosoph a priori, daß alle Beobachtungen des Gestirns Irrtümer sein müßten, da es nur sieben Planeten geben könne; und siehe da, als sein Büchlein auf der Leipziger Messe erschien, wurde an demselben Tage Ceres auf Grund der Berechnung von *Gauß* wieder aufgefunden. Auf der Bibliothek zu Gotha soll noch ein Exemplar des Buches mit einer boshaften herzoglichen Eintragung zu finden sein.

Also — Keplers Irrtum ist verzeihlich, und wir wollen nun sehen, wie die Hypothese zahlenmäßig stimmt.

	Mittl. Entfg.	Verhältnis	Verhältnis nach Kepler	w : k
Merkur	0,38 710			
Venus	0,72 333	1,8686	1,7321	1,0788
Erde	1,00 000	1,3825	1,2584	1,0986
Mars	1,52 368	1,5237	1,2584	1,2108
Jupiter	5,20 256	3,4175	3,0000	1,1382
Saturn	9,55 475	1,8366	1,7321	1,0603

In der obenstehenden Tafel ist zunächst der richtige Wert des mittleren Sonnenabstandes eines jeden Planeten angegeben, wie er mit Hilfe des viele Jahre später von Kepler aufgefundenen sogenannten dritten Gesetzes aus der Umlaufzeit hervorgeht. Damals stand aber die Sache so, daß nur rohe Näherungen bekannt waren. Die Umlaufzeiten freilich ließen sich schon damals ziemlich genau angeben, da die vielen seit dem Altertum beobachteten Oppositionen den Schluß darauf gestatteten. Um daraus die Entfernungs-Verhältnisse zu bestimmen, hat man einen Anhalt an der Größe der zur Oppositionszeit beschriebenen epizyklischen Schleife, wobei es sogar, wenn man sich auf eine erste Näherung beschränken will, gleich

gilt, ob man mit Ptolemaeus die fünf außerirdischen Planeten wirkliche Epicykel beschreiben läßt oder mit Copernicus die Sonne in die Mitte stellt und auch die Erde als Planeten auffaßt. Sogar im Tychonischen System läßt sich die Rechnung durchführen, die dann freilich, als Copernicus noch ohne Hilfe der höheren Analysis und ohne Kenntnis der Elliptizität der Bahnen neue Halbmesserwerte ableitete, auf unsicherer Basis stand. Diese Werte, nämlich $\frac{1}{3}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{1}{1}$, $\frac{3}{2}$, $\frac{5}{1}$, $\frac{10}{1}$, waren es, die Kepler als Ausgangshypothesen benutzte, wobei er mit ihrer Verbesserungsfähigkeit ohne weiteres rechnen durfte. Während nun die zweite Spalte der Tafel angibt, in welchem Verhältnisse jede Zahl der ersten wirklich größer ist als die vorige, gibt die dritte das aus der Polyeder-Lehre folgende Verhältnis an. Die Wiederkehr der Zahlen 1,2584 und 1,7321, letztere Zahl gleich der Wurzel aus 3, beruht auf der Korrelation einerseits zwischen den zwei verwickelteren, anderseits zwischen den zwei einfacheren Körpern. Endlich zeigt die letzte Spalte, die den Quotienten aus dem wahren und dem Keplerischen Verhältnis angibt, daß der große Schwabe alle Verhältnisse zu klein angenommen hat, wobei am schlimmsten das Verhältnis zwischen den Halbmessern der Bahnen des Mars und der Erde wekommt, das er selber nach dreizehn Jahren durch seine klassische Untersuchung, die uns die beiden ersten Gesetze schenkte, genau bestimmt hat.

Bekanntlich ist Kepler viel später einem Irrtum, der mit diesem grundsätzlich verwandt ist, zum Opfer gefallen. Er verglich die Schnelligkeiten, die die einzelnen Planeten in der Sonnennähe und der Sonnenferne einhalten, in ihren wechselseitigen Verhältnissen mit den musikalischen Intervallen, also mit Zahlen, die eben auch auf einem andern Gebiete menschlicher Geistesbetätigung entstanden sind. Sie versagen aber hier. Wieder wird dann eine mathematische Gedankenreihe benutzt, und es steht vor uns das dritte Gesetz: „Quadrata sunt temporum periodicorum ut cubi semiaxium transversorum“. Die Polyeder und die Tonleiter schafften es nicht; aber die Vergleichung der Potenzen der Umlaufzeiten und der Entfernungen lieferte einen wichtigen Satz. Warum? Ja, weil hier nur das einfache Gesetz der Schwere mitpricht; nehmen wir die Bahnhalbachsen allein vor oder auch die Geschwindigkeiten, die ja auch von den Exzentrizitäten abhängen, dann drängt sich sofort die weit schwierigere Reihung der Abstände an sich und eben auch die der Exzentrizitäten ein. Gewiß, auch hier muß ein Gesetz vorliegen, und seit Titius und Bode hat man sich sehr bemüht, es zu finden. Es wird aber tief verborgen liegen, weil die Reihungen mit der sehr verwickelten Frage nach der Entstehung des Systems zusammenhängen.

Man begreift, daß die Polyeder-Theorie einem so nüchternen, nur auf Beobachtung und Versuch bauenden Forscher wie Galilei nicht eingehen wollte, man begreift aber auch, daß in unserer Zeit, die sich ja überhaupt in der Repristinatio alter Ideen gefällt, sich auch die fünf Körper in phantasievoller Aufmachung als Regulatoren von Welt und Menschen wieder einstellen. Haben doch auch die Körnlein Weihrauch, die Kepler der Sterndeuterei geopfert hat, kleineren Geistern, deren Phantasie nicht durch ein so starkes diskursives Denken, nicht durch einen so gesunden Humor gezügelt war, den Anlaß gegeben, den astrologischen Leichnam zu galvanisieren.

Wenn ein Mathematiker neue Gebäude entwirft, sei es in der Analysis, sei es in der Geometrie, wer will ihm den Gedanken wehren, daß diese Häuser im Kosmos bereits irgendwo fertig stehen? Die griechischen Weisen, die die Kegelschnitte bearbeiteten, ahnten gewiß nicht, daß Kepler und Newton in diesen Linien die Bahnen der Himmelskörper erkennen würden, und selbst L a P l a c e hat, als er den merkwürdigen Fall des Störungs-Problems bearbeitete, wo drei Körper nahezu im gleichseitigen Dreieck stehen, wohl kaum gedacht, daß seine Spekulation bei den als Trojaner bezeichneten äußersten kleinen Planeten schon verwirklicht war. So ist es z. B. auch mit den logarithmischen Spiralen, die man in den Nebelflecken wiederfindet; wer weiß, ob wir nicht doch noch irgendwo auf die Polyeder stoßen werden oder auf die Intervalle der Tonleiter!

Und wer gewohnt ist, den Kosmos als Ganzes aufzufassen, sich klar zu machen, daß zwischen dem Fichtenbaum auf kahler nordischer Höhe und der Palme auf der brennenden morgenländischen Felsenwand noch Fäden laufen — wer will ihn, besonders wenn er über ein eindrucksvolles Erlebnis verfügt, am Ende hindern, sein eigenes Geschick an die Sterne zu knüpfen! Das muß jeder mit seiner Weltauffassung abmachen, besonders auch mit der Art, in der er sich mit den großen Fragen der Freiheit und Notwendigkeit abfindet. Der Teufel soll es aber holen, wenn solche im eigentlichen Sinne irrationale, d. h. der Rechnung nicht unterworfenen Gedankengänge heute, wo wir in der Anwendung des rechnenden Verstandes doch etwas weiter gekommen sind als die Chaldäer und die Griechen, in ein S y s t e m gebracht werden, das a l l g e m e i n e Geltung für sich verlangt. In England gibt es zwei astrologische Schulen, wovon die eine an den sieben Planeten der Alten festhält, während die andere auch mit Uranus und Neptun arbeitet. Wem es Freude macht, darf die tausend Asteroiden mitnehmen, um für alle Fälle gedeckt zu sein. Vielleicht würde niemand über diese Dinge, die ja auch ein wirtschaftliches Geschäft geworden sind, lustiger spotten als der tiefe Denker J o h a n n e s K e p l e r.

KEPLER UND SEINE ERKLÄRUNG DES SEHVORGANGES.

VON UNIV.-PROF. DR. MORITZ VON ROHR,
WISSENSCHAFTL. MITARBEITER DER CARL-ZEISS-WERKE,
JENA.

Wie die Griechen mit der Zergliederung des Auges den Anfang machten, so haben sie auch versucht, sich den Sehvorgang zu erklären. Eine zusammenfassende Darstellung ging jedenfalls von *Claudius Ptolemäus* (* 100, † 178) aus, und er hat damit den ersten Abschnitt seines optischen Lehrbuches angefüllt. Leider ist dieser erste Abschnitt nicht auf uns gekommen, denn die aus einer arabischen Fassung im 12. Jahrhundert in das Lateinische übertragenen Reste enthalten ihn nicht: er fehlte bereits bei den dafür benutzten arabischen Handschriften. Immerhin kann man aus manchen Äußerungen der späteren Abschnitte auf den ersten zurückschließen, und auch der Philosoph *Damianus* (aus dem 3. oder 4. Jahrhundert unserer Zeitrechnung) teilt zum Sehvorgang einiges dem *Ptolemäus* entlehnte mit.

Man wird danach annehmen dürfen, daß *Ptolemäus* auf das Augeninnere wenig Wert legte, da er das Sehen noch durch Strahlen vom Auge aus (Fühlfädentheorie) zustande kommen ließ. Die Richtungsbestimmung mußte nach ihm vom Mittelpunkt der kuglig angenommenen Hornhautvorderfläche ausgehen, und er bestimmte das Gesichtsfeld zu 90°. Daß sich das Auge beim Sehen bewege, war ihm deutlich bewußt, und er ist wohl der Meinung gewesen, daß es sich um eben jenen für das (indirekte) Sehen wichtigen Punkt drehe.

Die Darstellung des *Ptolemäus* erfreute sich in dem arabischen Kulturkreise eines sehr großen Ansehens und lag sehr wahrscheinlich dem umfangreichen Lehrbuch von *Ibn al Haitham* (dem *Alhazen* des Mittelalters) zugrunde, das, bald in das Lateinische überetzt, von Wichtigkeit wurde für das kümmerliche Wachstum der mittelalterlichen Lehre vom Licht.

Hierin wurde auch aus griechischen medizinischen Schriften (namentlich des *Galenus*) geschöpft und dem inneren Augenbau ebenfalls Aufmerksamkeit geschenkt. Das Sehzentrum wird in der Weise des *Ptolemäus* angenommen, aber dann zeigt sich eine merklich abweichende Vorstellung. Da schon im späteren Griechentum die *Demokritisch-Epi-*

kuräische Lehre der in das Auge längs den Sehrichtungen eintretenden Sehformen über die Fühlfädentheorie den Sieg gewonnen hat, so nimmt es uns nicht wunder, sie auch bei Alhazen vertreten zu finden. Übereinstimmend mit der Meinung griechischer Ärzte weiß er zunächst dem Sehfirn als Sitz die zum Sehzentrum konzentrisch angenommene Linsenvorderfläche zu, wo sich die Sehformen auch aufrecht einstellten. Die Bewegung des kugelförmig angenommenen Augapfels beim Sehen ist ihm ebenfalls bekannt. — Jener ersten aus dem griechischen Wissen entnommenen Lehre fügt Alhazen aber noch eine eigene ziemlich unvermittelt an, wonach die Strahlen nach dem Durchtritt durch die Kristalllinse und den Glaskörper auf die Hohlung des Sehnerven (als *ultimum sentiens*) gelangten und dort empfunden würden. Dabei macht es ihm aber eine große Schwierigkeit, dort auch eine aufrechte Lage der Sehformen zu begründen.

Wie diese, in wichtigen Punkten dem Altertum entnommenen Lehren auf die westlichen Klostergelehrten wirkten, kann man am besten aus der Schrift entnehmen, die der Abt Maurolycus 1554 über den Sehvorgang niederschrieb. Sie ist jetzt bequem*) zugänglich, und beim Durchlesen wird man finden, daß ähnlich der Lehre des Alhazen die Darstellungen auf dem Ende des Sehnerven ihm von größter Wichtigkeit waren, während allerdings der Entwurf auf der vorderen Linsenkapsel nicht berücksichtigt wurde. — Indessen darf man nicht glauben, daß es sich hier um eine allgemein angenommene Ansicht handelte, vielmehr folgt aus Keplers 1604 an J. B. Porta geübter (209/11) Kritik, daß für diesen auch 1589 noch jener Entwurf auf der vorderen Linsenkapsel eine Rolle spielte.

Wenden wir uns jetzt zu den Verdiensten unseres Helden um die heutige Kenntnis vom Sehen, so hat sich Kepler namentlich in dem 5. Abschnitt seines großen Buches**) auch ganz allgemein zu den Leistungen des Auges geäußert, und es ist hier wohl am Platz, einige seiner wichtigeren Ergebnisse auf diesem Gebiete hervorzuheben.

*) Zft. f. ophth. Opt. 1924. 12. 14/28; f. namentlich 22.

**) Die beiden an dieser Stelle wichtigen Keplerschen Schriften mit Neudrucken und Übersetzungen sind die folgenden:

(1) *Ad Vitellionem paralipomena, quibus astronomiae pars optica traditur, potissimum de artificiosa observatione et aestimatione diametrorum deliquiorumque, solis et lunae cum exemplis insignium eclipsium. Habes hoc libro, lector, inter alia multa nova tractatum luculentum de modo visionis et humorum oculi usu, contra opticos et anatomicos.*

Francofurti, apud C. Marnium et haer. J. Aubrii 1604. (16) 449 (18) S. 4°. 95+. Neue Ausgabe: Joannis Kepleri astronomi opera omnia ed. Ch. Frisch, Vol. II. Francof. et Erlangae. Heyder et Zimmer, 1859. S. 119—446. 144+.

In deutscher Überf. von F. Plehn, herausgegeben von M. von Rohr. Das 2.—4. Kap. unter dem Titel:

J. Keplers Grundlagen der geometrischen Optik (im Anschluß an die Optik des Witelo).

Ostwalds Klaff. Nr. 198. Leipzig, Akad. Verlagsgef. 1922. 152 S. 8°. 42+.

An erster Stelle sei feiner Kenntnis (1, 64, 72) der Pupillenverengerung beim Akkommodieren — der Fachausdruck ist Konvergenzreaktion der Pupille — gedacht. Er geht darauf ganz gelegentlich im 3. Abschnitt bei Spiegelversuchen ein, und schon F. Plehn hat in seiner Anmerkung 23 zu Nr. 198 der Ostwald'schen Klassiker auf dieses Verdienst deutlich hingewiesen.

Er berichtete (175) ferner die Angabe des Ptolemäus, wonach der Gesichtswinkel nur 90° betrage, mit den folgenden Worten, in denen er für einen solchen von 180° und mehr eintritt: „Und durch diese Anordnung scheint die Natur erreicht zu haben, daß wir mit unbewegten Augen mehr als eine Halbkugel überblicken, besonders, soweit der Lidwinkel dies zuläßt, wenn das Auge so wenig wie möglich gewendet wird. Es fehlt daher nicht viel, und man könnte selbst seine eigenen Ohrmuscheln, besonders wenn sie etwas länger sind, mit dem benachbarten Auge sehen. Ich sah häufig zu meiner Verwunderung gleichzeitig die Sonne und meinen Schatten, wie wenn beide nach vorn gerichtet und nicht entgegengesetzt gewesen wären.“

Da er selber (202) in mittlerem Grade kurzsichtig war und vervielfachte Bilder empfand (der Fachausdruck ist unoculare Polyopie), so gab er (200) davon die folgende Beschreibung „Wenn also der Punkt des Gegenstandes allzuweit entfernt ist, so endet nach dem vorigen Zusatz sein Strahlenkegel, bevor er die Netzhaut erreicht. Er wird sich also erst nach der Kreuzung und sich bereits wieder erweiternd auf der Netzhaut abmalen. Daher kommt es, daß die an diesem Fehler leidenden einen kleinen und weit entfernten Gegenstand nicht einfach, sondern doppelt und dreifach sehen. Aus diesem Grunde erscheinen mir statt eines Mondes ihrer zehn oder mehr.“

Das 5. Kap. unter dem Titel: J. Keplers Behandlung des Sehens.

Zft. f. ophth. Opt. 1920. 8. 154—157. 1921. 9. 13—26, 40—54, 73—87, 103—109, 143—152, 177—182. 13+.

(2) Dioptrice seu demonstratio eorum quae visui et visibilibus propter conspicilla non ita pridem inventa accidunt. Praemissae epistolae Galilaei de iis, quae post editionem nuncii siderii ope perspicilli, nova et admiranda in coelo deprehensa sunt. Item examen praefationis Joannis Penae Galli in optica Euclidis, de usu optices in philosophia.

Augsburg, David Franc 1611. (VII) 28, 80 (2) S. kl. 4°, mit +. S. auch den Neudruck: London, J. Flesher, 1653. S. 51—173. 8°. (Mit Petri Gassendi Institutio astronomica und G. Galilei Sidereus nuncius zusammen.) Neue Ausgabe: Opera omnia. Vol. II. 515—574. 35+.

In deutscher Übers. von F. Plehn:

Dioptrik oder Schilderung der Folgen, die sich aus der unlängst gemachten Erfindung der Fernrohre für das Sehen und die sichtbaren Gegenstände ergeben.

Ostwalds Klaff. Nr. 144. Leipzig, W. Engelmann, 1904. 114 S. 8°. 43+.

In dem vorliegenden Aufsatz sind immer die Seiten der ersten lateinischen Ausgaben angeführt worden, da sie auch aus den deutschen Übersetzungen zu erkennen sind.

Vielleicht ist schließlich noch auf seine (198/9) Forderung — von einer Messung war für ihn keine Rede — nicht-kugliger Umdrehungsflächen im Menschenauge hinzuweisen. Er vermutet solche in den Grenzflächen der Kristalllinse, hält es aber auch für möglich, daß der Hornhaut eine derartige Gestalt zukomme. Es hat lange gedauert, bis diese Frage wieder im Ernst gestellt wurde.

Johannes Kepler hatte sich aber als Begründer der neuzeitlichen geometrischen Optik auch über den Sehvorgang zu äußern. Glücklicherweise war er für seine Aufgabe gut vorbereitet, und er konnte nunmehr dem Sehvorgang das 5. Kapitel seiner umfangreichen Schrift von 1604 widmen.

Zu den wenigen optischen Vorkerungen um den Beginn des 17. Jahrhunderts gehörte auch die dunkle Kammer als Schauraum ohne und mit der bildentwerfenden Einzellinse. Kepler hatte sogar die ältere Form der dunklen Kammer mit einem bloßen Loch zur Bilderzeugung besonders sorgfältig erforscht, um einen ihr bei der Aufnahme von Sonnenfinsternissen nachgesagten grundsätzlichen Fehler aufzuklären: Die Ausdehnung des vor der Sonnenscheibe vorbeiwandernden Mondrandes wurde in der dunklen Kammer mit dem Zirkel stets kleiner abgegriffen, als sie bei unmittelbarer Beobachtung geschätzt wurde. Er konnte zeigen, daß bei Berücksichtigung der Strahlenbegrenzung dieser scheinbare Widerspruch zwischen freier Beobachtung und scharfer Messung wirklich aufzulösen war. — Seine Beschreibung eines Schauraums für Landschaften und Personen darin ist übrigens (53) ebenfalls für eine bloße Lochkammer gegeben.

Daß Kepler aber dunkle Kammern mit Einzellinsen gleichfalls kannte, ist nicht nur selbstverständlich, weil sie den Hauptteil der damals benutzten optischen Geräte in eigentlichem Sinne lieferten, sondern er beschreibt (196) außerdem sehr eingehend eine solche dunkle Kammer. Darin wirkt eine Wasserkugel als Linse hinter einer Vorderblende, und er macht ausdrücklich auf die Bildumkehrung auch bei dieser Anlage aufmerksam.

Wohl kann man sagen, daß sein Abschnitt über den Sehvorgang zu dem Hervorragendsten zählt, was in seinem Buche von 1604 enthalten ist. Denn wenn er an der Ableitung wichtiger Sätze über die Strahlenvereinigung in Linsen und Linsenfolgen durch sein Unvermögen, das Brechungsgesetz zu erschließen, gehindert wurde, so ist seiner Grundauffassung über den Sehvorgang im allgemeinen überhaupt nichts hinzuzufügen, und wohl kann man auch von ihr sagen, daß schlank und leicht, wie aus dem Nichts entsprungen, das Bild vor dem entzückten Blicke steht. Er hat seine Auffassung von dem Sehvorgange sowohl in vielen Einzelsätzen (namentlich 195/9) erläutert, aber am kürzesten im Schlußsatz des 4. Abschnittes (211) zusammengestellt, wo er die ihm bekannten Arbeiten aufführt und sich namentlich mit Porta auseinandersetzt: „Doch zum Schluß! Wenn du, erfindungsreicher Porta, das eine deiner Darstellungen hinzugefügt hättest, das Gemälde an der kristallinen Feuchtigkeit sei noch sehr undeutlich, besonders bei einem weiten Uvealoch, und es käme das Sehen nicht durch eine Verbindung des Lichts mit der kristallinen Feuchtigkeit, sondern durch ein weiteres Vordringen zu der Netzhaut zustande, und durch solch weite-

res Vordringen trennten sich die von verschiedenen Punkten ausgehenden Strahlen mehr und mehr, während die von dem gleichen Punkt herrührenden gerade mehr zusammenträten, und in der Netzhaut selbst sei der Ort, wo sich die Sammlung in einen Punkt vollzöge, die die Gewähr eines deutlichen Gemäldes gäbe, und durch jene Überkreuzung käme die Umkehrung des Bildes zustande, durch diese Sammlung aber keine vollendete Deutlichkeit: Wenn du das, sage ich, deinen Erklärungen hinzugefügt hättest, dann hättest du den Sehvorgang völlig erklärt.“

Wenn schon aus unfern Worten über die dunkle Kammer als Schauraum hervorging, auf welchem ganz bescheidenes Maß Kepler die Anforderungen an seine Ausrüstung zu Versuchen herabstimmen mußte — nicht einmal eine dunkle Kammer mit einer bildentwerfenden Linse hinter der Vorderblende stand ihm zur Verfügung —, so gilt das gleiche auch für seine Kenntnis des Menschenauges, dessen Teile ihm nur sehr unvollkommen bekannt waren.

Beachten wir die Zeichnung (Abb. 1) eines Augenschnittes, wie sie der 1617 erschienenen Ausgabe der Schrift des Maurolycus von 1554 beigegeben war, und vergleichen wir sie mit (Abb. 2) dem Platerischen Längsschnitt von 1600, so finden wir, von der Andeutung einer stärkeren Hornhautkrümmung abgesehen, keinen Fortschritt. Namentlich ist bei beiden Zeichnungen der Fehler gemeinsam, daß der Sehnerv in symmetrischer Lage am Grunde der Netzhaut einmündet. Vergleicht man damit die entsprechende Zeichnung (Abb. 3) um 1619 von Keplers Landsmann, dem Jesuitenpater Chr. Scheiner, so fällt auch hier deutlich in die Augen, wie dürftig bestellt der Grund war, von dem Kepler seine reiche Ernte einzubringen wußte. Sein Landsmann hatte eben den außerordentlichen Vorzug vor ihm, daß er selber Augen — nach seiner Aussage zunächst von größeren Säugetieren — zergliedert hatte. So war er schon früh imstande gewesen, den schönen Versuch an Tieraugen anzustellen,*) „wo nach Entfernung der Sehnhaut am Grunde des Auges das von einer Kerze hineinfallende Licht mit gekreuzten Strahlen“ — also im umgekehrten Bilde — „auf die Netzhaut auftraf.“ Mit einem Menschenauge scheint der Versuch erst 1625 angestellt worden zu sein. Auf solche Weise aber wurde natürlich die Richtigkeit von Keplers Erklärung des Sehvorganges in glänzender Weise bestätigt.

Wendet man sich nunmehr der Antwort zu, die Kepler schon 1604 auf die Frage nach der Brillenwirkung geben konnte, so wird es auch hier zweckmäßig sein, auf seine oben erwähnten Vorgänger kurz hinzuweisen. An erster Stelle mag wieder Maurolycus angeführt werden, der sich (81/2 und 86/7) zu diesem Gegenstande vernehmen ließ. Wenn man aber näher auf diese Stellen eingeht, so findet man doch nur vernünftig benutzte Erfahrungstatsachen, aber keine Zurückführung der Beobachtung auf die Gesetze der Optik. — Darauf, daß Porta keine brauchbare Lösung der in der Brillenwirkung liegenden Schwierigkeiten geliefert hatte, machte Kepler (201) selber aufmerksam, als er seinem Gönner, Ludwig Freiherrn von Dietrichstein, mit seiner Erklärung der Brillenwirkung dessen um 1601 gestellte Anfrage beantwortete.

*) Zft. f. opt. Opt. 1919. 7. 129.

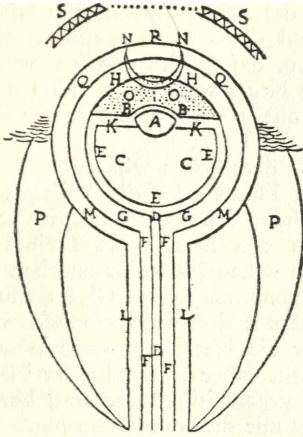


Abb. 1

Achsenchnitt durch ein Menschenauge
nach Maurolycus (80)
entworfen 1554, veröffentlicht 1617.

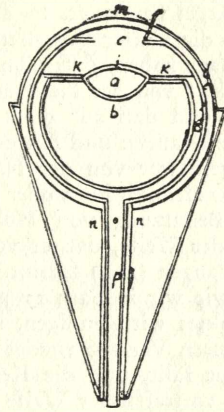


Abb. 2

Achsenchnitt durch ein Menschenauge
nach F. Plater; von J. Kepler
(159) der Neuauflage von 1603 ent-
nommen.

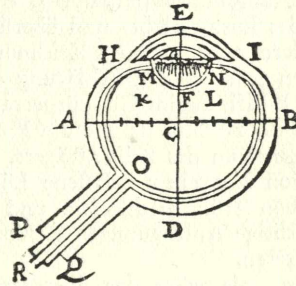


Abb. 3

Achsenchnitt durch ein Menschenauge
nach Chr. Scheiners Oculus
(17) von 1619.

Man kann sich heute eben über den Mißerfolg der Vorgänger um so weniger wundern, als diese ja keine klare Anschauung von dem Sehvorgang selbst hatten. Bei Kepler ist das natürlich anders. Er braucht die Brillengläser, um, in unserer heutigen Sprechweise, das Sehding mit Hilfe des Brillenglases in den Fernpunkt des Fehlsichtigen abzubilden. Dafür mag er selber (201) das Wort nehmen „Wer aber befähigt ist, einen ziemlich fernen Punkt deutlich zu sehen, der verändert bei Benutzung von erhabe- nen Gläsern den Strahlenkegel eines nahe gelegenen Punktes, so daß er

gleichsam aus der Ferne in das Innere des Auges zu kommen scheint. So wird der Kegel berichtigt, so daß er auf der Netzhaut endigt; würde er nicht durch die Gläser verbessert werden, dann träte das ein, was wir in Satz 26 gefagt haben, daß nämlich der Kegel wegen der Nähe des strahlenden Punktes von der Netzhaut geschnitten werden und hinter ihr endigen müßte, und daß auf diese Weise die Kegel der strahlenden Punkte einige Breite erlangen und sich gegenseitig überdecken würden.“

„Hingegen, wer von der Natur den Punkt oder die Weite des deutlichen Sehens ziemlich kurz oder nahe gelegen bekommen hat, der verändert durch die Benutzung von Hohlgläsern den Strahlenkegel eines fernen Punktes in der Weise, daß er von einem nahen Punkt auszugehen und ins Auge zu gelangen (202) scheint. Ohne Benutzung eines Glases würde ihm geschehen, wie wir in Satz 27 gefagt haben: der Kegel eines so weit entfernten Punktes wird endigen, bevor er die Netzhaut erreicht, und wird sich im weiteren Verlauf wieder erweitern, daher er mit breiter Fläche auf die Netzhaut fällt, und die Kegel sich gegenseitig stören und überdecken werden. In vortrefflicher Weise bestätigt mir dies die Erfahrung.“

Leider waren ihm von Fehlsichtigkeiten nur die Kurzsichtigkeit und die Alterssichtigkeit bekannt, während er einen Fall von Übersichtigkeit offenbar nicht erkannt und jedenfalls 1604 nicht erklärt hat. Die Folgerichtigkeit seiner Lehre war aber so groß, daß jedenfalls schon 1619 sein, bereits erwähnter, Landsmann Ch. S c h e i n e r (241) die beiden Möglichkeiten eines zu langen und eines zu kurzen Augapfels deutlich hervorhebt. Und 1685 wurden von dem Prämonstratenserpater J. Z a h n*) ganz planmäßig die drei Möglichkeiten des kurz-, recht- und übersichtigen Auges nicht nur auseinandergesetzt, sondern auch in einer Zeichnung veranschaulicht. Die geistlichen Optiker haben sich bei der Erklärung der Brillenwirkung stets an die Verschiebung der Bildfläche im Glaskörperraum gehalten, was natürlich optisch durchaus ebenso zulässig ist wie die K e p l e r'sche Bevorzugung der Verhältnisse im Augenraum des Brillenträgers.

Mithin wurde die von Kepler gelassene Lücke bei der Aufzählung der Fehlsichtigkeiten schon früh geschlossen, und im letzten Viertel des 17. Jahrhunderts sind richtige Anschauungen darüber in dem viel gelesenen Lehrbuch Z a h n's vertreten.

Es will mir scheinen, als wäre das überragende Verdienst, das sich Kepler um die Aufklärung des Sehvorganges erworben hat, nicht immer in seiner vollen Bedeutung gewürdigt worden. Eine sehr erfreuliche Ausnahme findet sich in der 1792 erschienenen Schrift des Londoner Arztes W. Ch. W e l l s**) (39). Er wiederholt darin die D i e t r i c h'sche Anregung mit der Kepler'schen Fassung der von ihm gefundenen Lösung und fügt hinzu, daß seines Wissens kein späterer Schriftsteller über diese Lehre hinausgekommen sei. Ein solches Lob, die Zuerkennung einer damals schon fast 200 Jahre alten Gültigkeit, wiegt um so schwerer, als Wells ein sehr scharfsichtiger, durch strenge Folgerichtigkeit ausgezeichnete Fachmann war.

*) S. a. Zft. f. ophth. Opt. 1925. 13. 36/8, +.

**) Man sehe die Übersetzung ins Deutsche: Zft. f. ophth. Opt. 1922. 10. 13/25; 38/46; 68/80; 97/114.

Als Kepler dann 1611 in seiner Dioptrik wieder auf das Auge einging, hat er verschiedene sehr wichtige Punkte berührt; sie lassen es uns heute auf das höchste bedauern, daß die schweren Kriegsnöte der unmittelbaren Folgezeit eine Wirkung von Kepler als Lehrer unmöglich machten: Ärzte und Optiker würden großen Nutzen davon gezogen haben.

Während er 1604 nicht deutlich zwischen dem Gesichts- und dem Blickwinkel unterschied, holte er das 1611 im 24. Satz infofern nach, als er in der zugehörigen Zeichnung die Pupille ganz deutlich vor dem Augendrehpunkt ansetzte.

Was er im Anschluß daran über die Verbindung von Auge und Linse mitgeteilt hat, gehört in das Gebiet der Strahlenbegrenzung und zeigt ihn bereits im Besitz mancher Vorstellungen, die erst sehr spät wiedergefunden wurden. In neuerer Zeit hat sich besonders H. Boegehold*) damit verständnis- und liebevoll beschäftigt. An dieser Stelle sei namentlich darauf hingewiesen, daß Kepler auch bei der Zusammenfassung von Auge und Einzellinse dem Augendrehpunkt die gebührende Bedeutung zuerkannte. Erst mehr als 200 Jahre danach hat unter den Optikern L. J. Schleiermacher fein Augenmerk auf die Verbindung von optischer Vorkehrung und bewegtem Auge gerichtet, wie wir das auch von H. Boegehold**) gelernt haben. Indessen war hier ebenfalls die Zeit noch nicht reif, und Schleiermachers früher Tod verhinderte jede Einwirkung seines lebendigen Wortes auf seine Fachgenossen. So ist es gekommen, daß die Lehre von den optischen Geräten erst der Enwirkung der Physiologen — denen war der Augendrehpunkt seit 1826 bekannt und hatte sich auch wirklich am Leben erhalten — bedurfte, um (seit 1900) Keplers Vorstellungen erst zu würdigen und dann auszubauen.

Fassen wir zum Schluß unser Urteil zusammen, so müssen wir der Keplerschen Lehre vom Auge und von der Wirkung der Brillengläser eine Wichtigkeit von erstem Range für das Verständnis des Sehvorganges beilegen. Er hatte mit seinem Buche von 1604 nicht allein die Aufgaben für eine neue Behandlung der Optik gestellt, sondern ihrer einige so muster-gültig gelöst, daß wir auch heute auf den von ihm gezogenen Grundmauern weiterbauen.

In der kleinen Dioptrik vom Jahre 1611 hat er dann einen glänzenden Anfang mit der wissenschaftlichen Behandlung des Brillenglases für das blickende Auge gemacht, und es hat lange gedauert, bis sich die Nachfahren seiner im ersten Anfang optischer Entwicklung geleisteten Herkulesarbeit erinnerten.

So können wir jetzt, wo in unserm Vaterlande die ernste Forschung wieder unter der Ungunst der Zeiten und der Bedrängnis von Lehrern wie Schülern schwer leidet, nur wünschen, daß auch die heutigen Leistungen unserer Wissenschaft dem späteren Forscher als ein erfolgreiches Streben nach Ewigkeitswerten erscheinen mögen.

*) Centr. Ztg. f. Opt. u. Mech. 1928. 49. 94/5 (S. IV.).

**) Zft. f. ophth. Opt. 1920. 8. 1/10.

KEPLERS BEHANDLUNG DES BEIDÄUGIGEN SEHENS.

VON UNIV.-PROF. DR. MORITZ VON ROHR,
WISSENSCHAFTL. MITARBEITER DER CARL-ZEISS-WERKE,
JENA.

Eine weitere Behandlung von besonderer Eigenartigkeit widmete Kepler dem beidäugigen Sehen. Er ging dabei nicht allein über das Verständnis feiner Zeit hinaus, sondern eine lange Reihe von Jahren mußte noch vergehen, ehe seine klare und folgerichtige Darstellung in rechter Weise gewürdigt werden konnte.

Man schreibt heute eine befriedigende Behandlung des beidäugigen Sehens verständlicher Weise erst der Zeit nach 1838 zu; denn in diesem Jahre wurde Ch. Wheatstones erster großer Vortrag über das Stereoskop veröffentlicht, und damit wurde die prächtige Grundlage zu dem Verständnis des beidäugigen Sehens — sie war in ihrer ersten knappen Form aber schon 5 Jahre zuvor im Druck erschienen — wirklich bekannt. Wenn man den Erkenntniszuwachs durch Wheatstone kurz angeben will, so kann man sagen, daß er zuerst erkannte, daß ein nicht zu entferntes Raumbild beim beidäugigen Sehen in jedem der beiden Augen eine verschiedene Perspektive entstehen läßt, und daß ein Raumbild wahrgenommen wird, sobald wir je eine bestimmte von einem Paare geeignet entworfener Perspektiven jedem der beiden Augen zuführen, ohne daß es von der für das andere Auge geltenden eine Einwirkung erfährt.

Die ungemein fesselnde Wirkung der Wheatstoneschen durch Zeichnung entstandenen Perspektiven- (oder Halbbild-) paare in seinem strengen geplanten Spiegelstereoskop wurde noch erhöht, als man von 1839 ab in den Stand gesetzt wurde, die verschiedenen Lichtbildverfahren zur Herstellung der Halbbilder zu verwenden. Inzwischen griff im Jahre 1851, bei der ersten, in London veranstalteten Weltausstellung ein anderer englischer Physiker, D. Brewster, in dieses Gebiet mit großer Entschiedenheit ein, indem er ein kleines billiges Stereoskop (Brewsters Prismenstereoskop) vorschlug, das sich trotz seiner unstrengen Anlage schnell eine große Verbreitung erwarb. Bedauerlicherweise entwickelte sich aus nebenfächlichen Anlässen in der Mitte der 50er Jahre ein heftiger Streit zwischen den beiden Gelehrten, und D. Brewster bemühte sich allen Ernstes um den Nachweis, daß an dem Wheatstoneschen Gedanken überhaupt

nichts Neues gewesen sei. Hält man die obige Fassung des für *Wheatstone* aufgestellten Erfindungsanspruch fest, so ist der *Brewster'sche* Angriff ganz entschieden als unhaltbar zurückzuweisen.

Wohl aber hat es wirklich Gelehrte früher Zeit gegeben, die sich ernsthaft und erfolgreich mit dem beidäugigen Sehen beschäftigten und gleichsam die Grundmauern zogen, auf denen *Wheatstone* den eigentlichen und wirklich wohnlichen Bau aufführen sollte. Der wichtigste unter diesen Arbeitern war *Kepler*, obwohl er bei jenem berufenen Streit, der überhaupt ohne wirkliche Beherrschung der vorliegenden Schriften geführt wurde, nicht an leitender Stelle angeführt wurde.

Hier ist natürlich der Anlaß dafür gegeben, sich mit den Leistungen *Keplers* auf diesem Gebiete auseinanderzusetzen.

Ich sehe sie

in der wissenschaftlichen Begründung für die Entfernungswahrnehmung durch das beidäugige Sehen

und

in der sehr glücklichen Erklärung verschiedener, zu seiner Zeit sehr beliebter Schaustücke von seinem wissenschaftlichen Standpunkte aus.

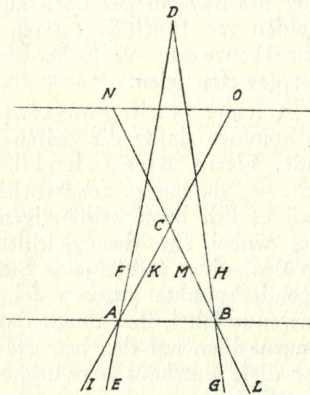
Wenden wir uns zunächst der wissenschaftlichen Begründung zu, so weist *Kepler* selbst gelegentlich auf einige Andeutungen zurück, die *Aristoteles* zu dem beidäugigen Sehen gemacht hat. Es kommen ferner — und hier kann ich auf meine binokularen Instrumente von 1920 zurückverweisen — von Theoretikern aus späterer Zeit *Claudius Galenus* (* 129, † um 200) und *Claudius Ptolemäus* (* 100, † 178) in Frage. Es sieht so aus, als ob die *Galenischen* Überlegungen unmittelbar oder mittelbar auf *Kepler* gewirkt hätten. Dagegen bin ich nicht sicher, daß die Auffassung des zweiten der oben aufgeführten griechischen Gelehrten auf unsern Helden von Einfluß gewesen sei, möchte sogar eher glauben, daß dessen bemerkenswerte Versuche zum beidäugigen Sehen *Keplern* nicht bekannt gewesen seien.

Als sich unser Held in seiner Schrift von 1604 mit dem beidäugigen Sehen beschäftigte — es kommen dafür die Seiten 62/4 und (hierauf bin ich von meinem Freunde, Herrn *Boegehold*, aufmerksam gemacht worden) 310/2 in Betracht —, da hat er sehr entschieden die selbständige Auffassung vertreten, daß es sich beim beidäugigen Sehen um eine Entfernungsmessung handele, wobei für das gleichschenkelig anzunehmende Meßdreieck die bei jedem Beobachter feststehende Standlinie durch die Entfernung der beiden Augendrehpunkte gegeben sei, während der Winkel an der Spitze, der Gegenwärtwinkel, ihm durch das Muskelgefühl bewußt werde, wenn er beide Augenachsen auf den betreffenden Dingpunkt richte. Man wird mit Recht auf diese durchaus berechtigte Verwendung des von ihm erst wieder in seiner Bedeutung erkannten Augendrehpunkts ein um so größeres Gewicht legen wollen, als gerade der Augendrehpunkt *Keplers* und *Scheiners* Erkenntnis zum Trotz zunächst der Wissenschaft im allgemeinen verschwand. Er wurde zwar, wie auch oben gesagt, den Physiologen seit 1826 wieder eingeschärft, ist aber von der Instrumentenoptik bewußt erst um den Anfang des 20. Jahrhunderts herum in seiner Bedeutung gewürdigt worden.

Zunächst werde eine wörtliche Übersetzung der Stelle (310/2) mitgeteilt:

*Keplers zusammenfassende Darstellung seiner Theorie
des beidäugigen Sehens.*

„Die Natur gab den Lebewesen ein Augenpaar nicht nur, wie meistens angenommen wird, um den Verlust zu ersetzen, wenn eines der beiden Augen dem (311) Lebewesen verlorengehen sollte: sondern um die Abstände der Sehdinge von dem Augenpaar wahrzunehmen. Denn da die Drehpunkte (centra) der beiden Augen voneinander abstehen in einem gewissen Verhältnis zu dem Körper, etwa eine Spanne (0.075 m) weit, so kommt kein deutliches Sehen zustande, wenn nicht der Durchmesser jedes der beiden Augen, der durch die Mitten der Augenflüssigkeiten und Öffnungen hindurchgeht, auf den Gegenstandspunkt gerichtet wird. Dadurch kommt es, daß diese Durchmesser (= Blicklinien) während des Sehvorgangs voneinander nicht völlig dieselbe Entfernung haben, sondern sich um so mehr gegeneinander wenden, je näher das Sehding dem Gesicht ist. Diese den Augen natürliche Gegenwendung beschreibt Aristoteles in der 7. Aufgabe des 31. Teils, indem er sagt, daß beide Augen derselben Grundbedingung entsprechend eingestellt würden. Er deutet an, daß beiden Augen ein und dasselbe Ding nach Gesichtseindruck und Erscheinung einheitlich erscheine, weil dieselbe Wahrnehmungsfähigkeit in jedem der beiden Augen ihren Sitz habe. Und in der 17. Aufgabe wird gefragt, woher es komme, daß wir sogar beim Blick auf einen seitlich liegenden Gegenstand mit beiden Augen denselben Gesichtseindruck haben?“



Handzeichnung J. Keplers (311)
zur Messung der Entfernung aus der
Größe des Gegenwendungswinkels beim
beidäugigen Sehen.

„Es seien A und B die Augendrehpunkte, ihr Abstand AB . Das Sehding stehe in D . Die Blicklinien EF und GH werden so darauf gerichtet,

daß sie sich in D schneiden. Befindet sich nun ein den Augen näheres Sehding in C , so werden die Blicklinien darauf gerichtet und nehmen die Lagen IK und LM ein. Und weil die beiden gleichschenkligen Dreiecke ADB und ACB über der gleichen Grundlinie AB errichtet sind, so ist der Winkel an der Spitze bei C größer als bei D und die Basiswinkel CAB und CBA kleiner als die entsprechenden DAB und DBA . Deswegen bewegen sich die äußeren Enden der Blicklinien wie F und H gegeneinander und die inneren, wie E und G , voneinander weg. Daher muß man die Augen bewegen und gegeneinander wenden, wenn das Gesicht von einem fernerer Punkte D zu einem näheren C übergeht. Und die Ausführung dieser Bewegung, nämlich dieser Muskelleistung, und das Bewußtsein von ihr gewöhnt das Lebewesen daran, bei den Sehdingen zwischen ihm näheren und ihm fernerer zu unterscheiden. Und das geschieht so lange, als der Augenabstand AB noch ein merkbares Verhältnis zu der Entfernung (312) AD oder BD des Sehdinges von den Augen hat. Das ist nun in der Sternkunde nicht der Fall. Denn die Entfernung der Gestirne ist so groß und der Augenabstand AB so winzig, daß die Blicklinien AF und GH sichtlich parallel stehen, wenn wir irgend ein Gestirn, ja sogar einen Berg von etwas größerer Entfernung betrachten. Übrigens muß man das Fassungsvermögen der Ungelehrten durch Beispiele von einfachen Dingen zu der hier notwendigen Genauigkeit und Größe erheben. Und dies sind passende Beispiele dafür. Ich gehe also weiter. In der vorigen Abbildung sei das Sehding C , das übrige wie vorher. Jenseits von C befindet sich aber eine Wand, die die Geraden AC und BC in O und N schneide.“

„Wenn nämlich*) eines der beiden Augen geschlossen wird, so hört die Wahrnehmung auf, da die Mittel dafür entzogen wurden, d. h. wenn das Zusammenwirken der beiden in endlicher Entfernung voneinander stehenden Augen gehemmt ist, so werden keine Entfernungen mehr unterschieden. Daher hält das Auge A das Sehding C und den Wandpunkt O für zusammenfallend, weil sie auf derselben (Blick-)Linie ACO liegen. Gleicherweise wird bei geschlossenem Auge A das Sehding C an dem Wandpunkte N von dem Auge B erblickt, weil es zwischen den Entfernungen BC und BN nicht zu unterscheiden vermag. Schließt und öffnet man also jedes der beiden Augen abwechselnd, so wird also das Sehding C seinen Ort von O nach N verlegen und umgekehrt, und zwar mit einem gewissen Sprunge. Und diese Erscheinung nennen die Augenkundigen, einen astronomischen Ausdruck übernehmend, ein Schwanken der Gesichtswahrnehmung, oder auf Griechisch Parallaxe. Der Beweis ist so ziemlich der gleiche, wie ich ihn oben im Kap. V. Satz VII. für die Frage des Aristoteles nach der Bildverdopplung gegeben habe. Ich werde also auseinanderetzen, was bei der Beobachtung der Gestirne ähnliches vorkommt, damit ganz deutlich werde, was die Astronomen Parallaxe nennen.“

Soweit die Übersetzung jener Stelle.

*) Hier bleibt nur noch die unbedeutende Fähigkeit eines einzelnen, lange geübten Auges übrig, sehr nahe Abstände zu unterscheiden; das ist möglich wegen der endlichen Größe der Augenöffnung, der Veränderung des Sehlochs in der Uveahaut und hauptsächlich wegen der Kopfbewegungen, aber das ist uns hier nicht hinderlich. Man sehe oben im 3. Kap.: Keplers Randbemerkung.

Kepler (63) hat ferner als Grenze für die beidäugige Entfernungsmessung 100 *passus* (also nach der Bedeutung des alten Doppelschrittes = 150 m) angelezt, wobei er die Augenstanzlinie etwas reichlich zu einer Spanne (*palmus* = $7\frac{1}{2}$ cm) veranschlagte. Er ist also nach dieser wohl nur geschätzten, nicht gemessenen Entfernung auf einen wahrnehmbaren Winkel an der Spitze von $1'.72 \approx 1\frac{3}{4}$ gekommen. Man wird schwerlich annehmen können, daß für die Messung so kleiner Winkel das Muskelgefühl fein genug sei.

H. Helmholtz hat etwa $2\frac{3}{4}$ Jahrhunderte danach auf Grund theoretischer Überlegungen den ebenfalls zu großen Winkel von 1 Minute angenommen. Das würde bei einem Drehpunktsabstand von $7\frac{1}{2}$ cm auf eine Messungsgrenze von 254 m geführt haben. Man erkennt also, daß selbst ein so hervorragender Gelehrter wie H. Helmholtz den von Kepler zu groß angenommenen Winkel an der Spitze auch noch nicht richtig angesetzt hat; dazu waren noch lange Jahre mit beidäugiger Entfernungsmessung nötig.

Gehen wir nun zu der Anwendung über, die Kepler von seiner Lehre der Entfernungswahrnehmung im beidäugigen Sehen machte, so müssen wir auch hier weiter ausholen, wenn wir dem heutigen Leser ein deutliches Bild von dem ganz niedrigen Stande der optischen Kenntnisse in so früher Zeit vermitteln wollen.

In sehr früher Zeit finden sich Hinweise auf ein hierher gehöriges altes Spiegelkunststück. Es ist nicht unmöglich, daß es aus einem optischen Scherz des griechischen Altertums entwickelt wurde, von dem wir (siehe Die bin. Instrumente 18) einiges als dem Philosophen Artemidor entstammend wissen. Seine Vorführung beruhte auf dem Luftbilde, das ein Hohlspiegel von genügend genäherten Außendingen entwirft und das ein Beidäugiger deutlich zwischen der Spiegelfassung und seinen Augen schwebend erkennt. Der alte Spiegelscherz besteht nun darin, daß ein Beobachter vor dem Spiegel stehend als genügend genähertes Außending einen kurzen Degen oder einen Dolch benutzt. Alsdann tritt das etwa gleich große Luftbild der Klinge aus dem Spiegel heraus und wirkt, da der Ausführende dessen Ort nicht allein an der Spiegelfassung sondern auch an der Klinge in seiner Hand bestimmen kann, ungemein lebhaft und wirklich. Dieser auf der Schärfe der beidäugigen Ortsbestimmung beruhende Spiegelscherz wurde in unserer Muttersprache mit dem Ausdruck „Spiegelfechten“ bezeichnet, und die Bildung eines besonderen Wortes für dieses Kunststück fiel schon um 1643 dem gelehrten Jesuitenpater A. Kircher auf. Nimmt man nun an — und ich sehe keinen Anlaß, daran zu zweifeln —, daß dieser Ausdruck „Spiegelfechten“ von Anfang an mit dem Dolchversuch vor dem Hohlspiegel verbunden worden sei, so müssen wir ihn auf die ersten Jahre des 16. Jahrhunderts zurückverlegen, da um 1502 und 1518 das Vorkommen dieses Wortes im Grimmschen Wörterbuch belegt ist. Die erste vollständige Beschreibung des Versuchs lieferte der junge J. B. Porta bereits 1558, doch kann man mit Sicherheit annehmen, daß der junge Sammler von merkwürdigen Vorführungen auch diesen Versuch vorgefunden hat, was uns um weitere Jahre an 1518 heranbringt. Nun mehren sich die Belegstellen, und ich will hier nur erwähnen, daß das Spiegelfechten um 1570 auch in England beschrieben wurde.

Bei dem Mangel einer ausreichenden wissenschaftlichen Lehre vom Lichte warf sich die Freude an derartigen Erscheinungen auf die Anstellung von Versuchen, und der schon erwähnte J. B. P o r t a beschrieb 1589 in der zweiten Auflage seiner natürlichen Magie einen Versuch, auch das umgekehrte Luftbild hinter einer Sammellinse beidäugig zu betrachten und seinen Ort zwischen Linsenfassung und Beobachter festzulegen; doch war das Gelingen so mäßig, daß der Beschreiber vorschlug, das Luftbild mit einem durchscheinenden Schirm aufzufangen, womit er freilich seinen eigentlichen Ausgangspunkt aufgab.

Dieses umgekehrte Luftbild wurde außerdem noch — hier freilich nur einäugig — bei der ebenfalls alten, am besten in England beschriebenen Perspektivlinse betrachtet und verwendet. Diese vermutlich aus der dunklen Kammer als Schauraum entwickelte Vorrichtung sollte dem Benutzer ferne Gegenstände unter größerem Gesichtswinkel vorführen, also etwa wie ein Fernrohr wirken, und sie bot Übersichtigen aufrechte, Kurzichtigen aber umgekehrte Bilder dar.

Es war K e p l e r n vorbehalten, in seinem Werk von 1604 die Ortsbestimmung in beiden Fällen (mit Linsen verhältnismäßig kurzer Brennweite nach P o r t a und langer Brennweite wie den Perspektivlinsen) zu beschreiben und wissenschaftlich zu behandeln.

Wenden wir uns zunächst der Perspektivlinse zu, so befand sich eine solche (wahrscheinlich englischer Herkunft) in dem kurfürstlichen mechanischen Theater zu Dresden. Hier konnte K e p l e r (181) das Luftbild der Außendinge deutlich zwischen sich und der Linsenfassung schwebend erkennen und anderen weisen. Es geht aus seiner Beschreibung nicht hervor, ob er diesen (nicht einem jeden gelingenden) Versuch zuerst angestellt hat, oder ob er schon vor ihm bekannt war.

Den P o r t a ischen Versuch stellte er, an guten Hilfsmitteln arm, mit einer wassergefüllten Glaskugel an. Er empfand für die beidäugige Beobachtung dieselben Schwierigkeiten, von denen auch P o r t a behindert worden war, und deren Auseinanderfetzung uns die Kümmerlichkeit der ihm zur Verfügung stehenden optischen Hilfsmittel deutlich vor Augen führt. Er (181) half sich erfolgreich durch Anbringung greifbarer Sehzeichen am Orte des Luftbildes, mußte aber doch bekennen, daß solche Luftbilder hinter der Wasserkugel meistens unklar und häufig verdoppelt erschienen.

In seinem Bestreben, den wahren Grund dafür zu ermitteln, machte er die schöne Beobachtung, daß bei einäugiger Beobachtung das von der Kugel entworfene Bild auf eine Stelle der augennahen Kugelfläche verlegt würde, und zwar für jedes der beiden Augen auf eine verschiedene. Erst dann sah man das Luftbild an seinem Ort, wenn die beiden Augenachsen sich in demselben Bildpunkte kreuzten.

In ganz ähnlicher Weise äußert er*) sich in einem Briefe von 1607 zu dem entsprechenden Versuche am Hohlspiegel: Das Spiegelbild eines hellen Sternes erscheine nur dann vor dem Spiegel im Raum schwebend, wenn beide Augenachsen nicht auf die Spiegelfläche, sondern auf den Bildpunkt vor ihr gerichtet seien.

*) Zft. f. Instrknde. 1916. 36. 206.

Hiermit können wir es mit der Anführung der Keplerschen Versuche zum beidäugigen Sehen bewenden lassen. Der Grund, weshalb er nicht weiterkam, hat nach meiner Ansicht darin gelegen, daß er für seine Versuche vereinzelt leuchtende Punkte bevorzugte. Diese gaben ihm im besten Falle eine Ortsbestimmung, aber keine Wiedergabe der Körperlichkeit des Raumbildes.

Als viel später der entzückende Hohlspiegelversuch A. Kirchers zur beidäugigen Wahrnehmung des räumlichen Spiegelbilds eines Bildfäulchens aus Wachs bekannt geworden war, da fehlte der Welt eben der einer gründlichen Forschung frohe Geist unseres Helden.

Wissenschaftliche Überlegungen zum beidäugigen Sehen sind gelegentlich bei der Brillenforchung von W. C. h. W e l l s 1792 und von G. U. A. V i e t h 1818 angestellt worden, aber auch diese beiden Gelehrten hielten an dem Einzelpunkte als Gegenstand fest und kamen ebensowenig wie ihr großer Vorgänger zu der abschließenden W h e a t s t o n e schen Erkenntnis.

JOHANNES KEPLER UND DER DREIKÖNIGSSTERN.

VON PROF. DR. W. SCHERER, PASSAU.

Wiederholt hat sich der große Astronom Kepler auf Grund seines Bibeltglaubens mit Problemen befaßt, welche sich ihm zu dessen Vereinbarung mit seiner wissenschaftlichen Überzeugung darboten. So hat er das Kopernikanische Weltssystem gegen die Einwürfe der Theologen aus der Schriftinspiration verteidigt: „Die heilige Schrift bediene sich, um verstanden zu werden, der Ausdrucksweise der Menschen; sie berühre dabei die Naturerscheinungen nur nach ihrer äußeren Gestalt, der eben die Sprechweise der Menschen ‚nach dem Augenschein‘ entnommen sei, um nicht durch unfaßliche Ausdrücke das einfältige Volk zu verwirren“¹. Dem modernen Einwand, daß durch jenes Weltssystem die Erde zu einem einfachen Planeten degradiert werde und als Schauplatz der Erlösung an Ansehen und Wert verliere, begegnete er mit dem Hinweis, daß Gott gegenüber nichts in der Welt groß sein könne, daß jener Himmelskörper, ohne Rücksicht auf Lage und Größe, der vornehmste sei, der das wahre Abbild des Schöpfers, den Menschen, trage und nähre.²

Bei solcher Einstellung des großen Sternkundigen wundert uns das Interesse nicht, welches Kepler dem sog. Stern der Weifen in der Hl. Schrift entgegenbrachte. Er wußte, daß die Meinung alter Schriftsteller das Geburtsjahr des Erlösers der Menschheit früher ansetzen wollte, als auf den Anfang unserer heutigen Zeitrechnung des Dionysios Exiguus.³ Albertus Magnus hatte bereits im XIII. Jahrhundert den Gedanken ausgesprochen, der Stern der Weifen sei ein eigener neuer Stern gewesen.⁴ Der Geschichtschreiber Baronius, die Mathematiker und Astronomen Seth, Calvisius, Scaliger u. a. im Humanisten-Zeitalter haben den Zeitpunkt der Geburt Christi um zwei Jahre, andere sogar um sieben Jahre auf das Jahr 747 a. u. c. hinaufgerückt, und Kepler berichtet, daß gerade eine öffentliche Disputation jenes Scaliger in Graz ihn veranlaßt habe, dem Problem näher zu treten. Deshalb hat er dieser Frage eine eigene umfangreiche Schrift gewidmet,

¹ Epitome Astronomiae, Joh. Kepler Opera omnia ed. Christian Frisch, Frankf. 1858—71. (O. o. VI (6) 184.

² O. o. I (1) 128. Vgl. L. Günther, Kepler und die Theologie, Gießen 1905, 100 ff.

³ Vgl. Mercurius in sole. O. o. II (2) 803.

⁴ Albertus Magnus Opera omnia ed. Paris 1893 XX, 60.

welche 1614 in zweiter Auflage erschienen ist.⁵ Darin kommt er aus biblischen, geschichtlichen und astronomischen Gründen zum Ergebnis, daß jenes Jahr sieben oder mindestens fünf Jahre vor der heutigen christlichen Aera liegen müsse, d. h. daß es zwischen die Jahre 747—49 a. u. c. anzusetzen sei.

Hier interessieren uns nur die astronomischen, mit dem sog. Dreikönigstern in Verbindung stehenden Gründe. Den Anlaß zu dieser Beobachtung bot unserem Kepler eine glänzende Konstellation der Gestirne am Anfang des XVII. Jahrhunderts: Am 10. Oktober 1604 war nämlich ein hellleuchtender Stern im Zeichen des Schlangenträgers zum erstenmal entdeckt worden.⁶

Dieser Stern hatte zwei merkwürdige Begleitumstände: Zwei Jahre lang war er am Himmel sichtbar und erinnerte so an die Zeitangabe vom Stern der Weifen, der nach der Erzählung der Magier vor dem König Herodes ungefähr solange Zeit von ihnen beobachtet worden war, weil ja der König deshalb die Knäblein „von zwei Jahren und darunter gemäß der Zeit, die er von den Magiern erfragt hatte“, ermorden ließ.⁷

Die zweite Eigenschaft des neuen Sternes bestand darin, daß er mit dem sog. Königsgestirn, d. h. mit der Konjunktion der beiden größten Planeten, des Jupiter und Saturn, später auch Mars, zusammenfiel, und daß dieses Königsgestirn zunächst im Sternbild des Schützen erschien, welches zum sog. feuerigen Trigon gehört. Man glaubte damals, daß eine solche Konstellation durchschnittlich nur alle achthundert Jahre eintrete; darum lag es nahe, auf den Vergleich der Zeit vor zweimal achthundert Jahren zurückzugreifen und den Stern der Weifen bei der Geburt des Herrn ebenfalls mit dem Königsgestirn in Verbindung zu bringen. Man bezeichnet mit dem Ausdruck Konjunktion zweier Planeten ihre Stellung am Himmelsgewölbe, wobei sie die gleiche Länge, d. h. den gleichen Abstand ihres Breitenkreises vom Frühlingspunkt in der Ekliptik haben. Trigon bedeutet die Tierkreisbilder, welche in einem Abstand von etwa 120 Grad voneinander sich befinden: So bilden der Widder, der Schütze und Löwe einen solchen Trigon oder ungefähr ein gleichseitiges Dreieck im Tierkreise (ein Himmelsdreieck in der Ekliptik). Weil sie ferner die Eigenschaften feuerig, männlich, trocken an sich tragen, so nannte man dieses Dreieck den feuerigen Trigon; außerdem unterschied man den Tierkreis in den wässerigen, erdigen und luftigen Trigon und ließ sie alle 200 Jahre mit einer solchen Planetenkonjunktion zusammenreffen, so daß sich die einzelne Konjunktion mit den entsprechenden etwa alle 800 Jahre ereignen sollte.⁸ Kepler fand nun in der Tat aus den ihm zu Gebote stehenden, freilich unvollkommenen prutenischen Planetentafeln, daß eine derartige Konstellation des Jupiter, Mars und Saturns im Jahre 7 vor Christus erfolgt sei. Dazu kam die damalige Zeitkrankheit der Astro-

⁵ J. Kepler, *De vero anno, quo aeternus Dei filius humanam naturam assumpsit* Francofurti 1614. — *Derl.*, *De Jesu Christi Servatoris nostri vero anno natalitio*. 1606, 133 f. Teutischer Bericht vom Geburtsjahr Jesu Christi, Strassburg 1613. O. o. IV 201 ff.; 282 ff.

⁶ *De stella nova in pede Serpentarii* O. o. II (2) 577 ff; I 473 ff. Pragae 1606, 133 f.

⁷ Matth 2, 16.

⁸ O. o. II 726 ff.

logie oder Sterndeuterei, welche in jeder merkwürdigen Himmelserscheinung eine besondere Beziehung zu den Zeitereignissen erblickte. Wohl war Kepler an und für sich der übertriebenen Sterndeuterei abhold; aber er bezahlte doch seiner Zeitrichtung ihren Tribut, sei es aus finanziellen Gründen, sei es auch aus eigenem gewissen persönlichen Glauben, daß „unter werdenden Planeten und also auch neuen Sternen fürtreffliche Menschen geboren werden“. Berühmt ist ja z. B. das Horoskop, welches er hinsichtlich des Schicksals Wallensteins aufgestellt hatte, wiewohl es sich nicht durch seine Richtigkeit bewährt hat; ließ doch unser Kepler den unglücklichen Feldherrn in dessen siebzigsten Jahre an Fieber sterben.⁹

Über jene Konstellation der Planeten aber hatte unser Astronom folgende Beobachtung gemacht: Am 9. Oktober 1603 war Jupiter mit Mars in Konstellation getreten, nur im Abstand von einer Minute am Himmel im Sternbild des Schützen. Am nächsten Tage aber erschien der oben angedeutete neue Stern im Bilde des Schlangenträgers; derselbe verschwand am 1. Dezember in den Strahlen der Sonne, verband sich nach seinem Wiedererscheinen am 11. Dezember mit Saturn, erreichte am 14. und 15. Dezember die Konjunktion der beiden ersteren Planeten, welche am 17. Dezember im gleichen Zeichen stand. Im darauffolgenden Frühjahr 1604 traf der Planet Mars abermals im Trigon mit den beiden anderen Planeten zusammen; zwischen ihm und Saturn aber leuchtete der neue Stern in fixstern-artigem Glanze, welcher am Himmel außerordentliche Helle verbreitete, erst im September von dem Planeten sich entfernte, jedoch noch ein ganzes Jahr sichtbar war und erst 1606 im März spurlos verschwand.

Ähnlich geschah es sieben Jahre vor der christlichen Zeitrechnung. Am 22. Juni des Jahres 39 der julianischen Aera fand eine Konstellation des Saturn und Jupiter im Sternbild der Fische, sieben Grade vor dem Anfange des Widder statt, den diese Planeten am 22. Januar des Jahres 40 erreichten. Am 2. Februar trat Mars zum Saturn im dritten Grad des Widders, am 1. März ebenso zu Jupiter im fünften Grad des Widders. Infolge des Stillstandes bzw. der rückläufigen Bewegung jener Planeten erreichte Jupiter den Saturn noch ein zweites und drittes Mal im Sternbild der Fische (im August und Dezember 40), sodaß in jenem Jahre der höchst feltene Fall eingetreten war, daß die Konjunktion des Königsgestirnes sich dreimal ereignete.¹⁰

Kepler deutete nun die erste Konstellation am 22. Juni 39 auf die Geburt des Johannes, die vom Dezember 40 auf die Geburt des Herrn, und weil er sie an der fast gleichen Stelle des Himmels (im Sternbild der Fische) vorfand, wie bei der Konjunktion mit dem neuen Sterne des Jahres 1603/4, so nahm er an, daß sich damals ebenfalls ein neuer — der Dreikönigsstern — mit dem Königsgestirn verbunden und das Aufsehen der Welt, vor allem der sternkundigen Chaldäer erregt habe: „Wie anders konnten die

⁹ Vergleiche illustrierte Deutsche Monatshefte XXV, 147 Dezember 1868 — II. Folge Band IX, 51. Aufsatz von Henkel: Die Astrologie um 1600 (im Histor. Verein f. Oberpfalz und Regensburg) Rat. 46 S. 281—94. Kepler O. o. II 726 ff. W. Gunder, Die Geschichte und das Wesen der Astrologie³. Leipzig 1926. Vgl. A. Seitz in Theologie und Glaube 1930, 177.

¹⁰ F. X. Steinmetzer, Der Stern von Bethlehem. Münster i. W. 1913, 18 ff.

Chaldäer aus den Regeln ihrer Kunst, wie sie heute noch besteht, schließen, als auf ein Ereignis von großer Bedeutung.“ „Vom Juni 39 bis Februar 41 sind zwei lange Jahre weniger vier oder fünf Monate. Daher hat kein Astrolog gegen meine Berechnung des Geburtsjahres Christi etwas einzuwenden. Wohl aber hat er etwas, das für das Jahr 40 von größter Bedeutung und auch für das Jahr der Geburt Christi und dem Stern der Magier am geeignetsten ist.“ „Auch will ich nicht zweifeln, daß Gott sich zum Glauben der Chaldäer herabgelassen hat, wie er sonst zur Schwachheit der Menschen sich herabzulassen pflegt.“¹¹ Daraus erkennen wir, daß unser Astronom geneigt war, das Jahr 40 der julianischen Aera, d. h. das sechste Jahr vor der christlichen Aera als das Jahr des Dreikönigssternes bzw. der Geburt Christi anzunehmen. Er fügt hierauf sein Urteil über die Astrologie hinzu: „Es sei dabei vieles eitel, aber doch nicht alles zu verachten, sondern einiges der Natur, die das Werk des Schöpfers sei, angemessen, vor allem der aspectus neuer Sterne und die Konjunktionen, wie ich beweisen werde in harmonicis.“ Diese Berechnung hat Kepler in der zweiten Auflage seiner Schrift vom wahren Geburtsjahr Christi¹² durch die Betrachtung der Mondfinsternis im Jahre 750 a. u. c., ein Jahr vor dem Tode des Herodes, ergänzt, sodaß etwa das Jahr 747—49 für die Geburt des Herrn und den Dreikönigsstern in Betracht kommen würde, während die christliche Aera im Jahre 754 a. u. c. ihren Anfang nimmt.

Was der große Astronom aus dem Vergleich mit unvollkommenen Planetentafeln erkannte, wurde zwei Jahrhunderte später öfters nach besseren Planetentabellen nachgeprüft, so besonders von Enke und Ideler am Anfang des XIX. und von Neugebauer im XX. Jahrhundert.¹³

Immer wurde ein im Wesen gleichlautendes Ergebnis wie von Kepler erzielt zugunsten jener dreifachen Konstellation des Königsgestirnes im Jahre 7 vor Christus. Nur in den Angaben der Tage finden sich Abweichungen in der Berechnung. So wurde von Ideler die erste Konjunktion des Königsgestirns statt auf den 22. Juni auf den 20. Mai, die zweite auf den 27. Oktober, die dritte auf den 20. November berechnet, von anderen wiederum anders. Daß solche Konjunktionen in Babylon gern beobachtet wurden, vor allem diejenigen des Jupiter, des Königs der Planeten, und des Saturns, des Vertreters der Sonne, dafür dienen manche babylonische Tontafeln noch heute als Beweis¹⁴, so besonders die von Straßmeier, S. J., herausgegebenen Tafel des Kambyfes 400 sowie ein Papyrus des Berliner Museums.¹⁵

Es läßt sich auch nicht verkennen, daß die Anschauung Keplers hinsicht-

¹¹ Kepler O. o. IV 347.

¹² Kepler O. o. a. a. O. Jof. Flavius de bell. Jud. I 33, Antiquitates XVII 6—8.

¹³ L. Ideler, Lehrbuch der Chronologie, Berlin 1834, 426—29; Handbuch der mathematischen und technischen Chronologie. Breslau 1826, 406. Neugebauer, abgekürzte Tafeln. 1904. Andere Namen: Enke, Pritchard, Hontheim, Esch, Kritzingen, Der Stern der Weifen, Gütersloh. 1911.; H. G. Voigt, Die Geschichte Jesu und die Astrologie. Leipz. 1911. Fl. Rieß, Das Geburtsjahr Christi. Freib. 1880. S. 58.

¹⁴ Zeitschrift für Assyriologie V 281 ff.; VI 103 ff.; VII 203 ff.

¹⁵ Papyrus P. 8279 in Berlin.

lich des Jahres 7 vor Christus ein besonderes Ansehen genießt.¹⁶ Jedoch ist die Auffassung unrichtig, daß er das Königsgestirn selbst als den Dreikönigsstern betrachtete; vielmehr war dieser nach seinem Ermeßen ein neuer Stern, der sich, wie im Jahre 1604, mit dem Königsgestirn verband. Und dieser Stern galt ihm als über die gewöhnliche Art neuer Sterne hinausgehend; denn er bewegte sich „im unteren Teile des Äthers durch die Luft“. „Solange er im Äther unter den übrigen Sternen sichtbar auf- und unterging, reizte er durch seine Neuheit die Astrologen aus Chaldäa, jedoch hat er ihnen eine besondere Wahrheit noch nicht in Erinnerung gebracht. Als er aber sich in die Luft herabließ, gegen Westen zu schreiten begann und endlich dort verschwand, da faßten die Magier den Entschluß, ihm zu folgen, und sie kamen, in Erinnerung an die Wanderung des Sternes nach Judäa, da sie vor ihrer Abreise aus Babylon von dortigen Juden aus Moses und Daniel belehrt worden waren, daß ein König geboren werde, der durch einen Stern als der Herr des Weltalls vorausgekennzeichnet sei. „Denn“, fügt Kepler hinzu, „daß die Wahrheit dieses Sternes höchste Evidenz gehabt habe, wie auch die Kennzeichnung des damals neugeborenen Königs, geht daraus hervor, daß sie die Magier zu einer so weiten Reise und zur Anbetung dieses mächtigsten Königs bewog.“ „Was ich von der Bewegung des Sterns sagte, stimmt mit dem Evangelisten überein und mit dem, was später in Jerusalem von diesem Stern beobachtet worden ist. Nach ihrem Scheiden aus Jerusalem kam der Stern zum Vorschein und schritt ihnen voran. Sie freuten sich sehr, weil sie ihn vorher verloren hatten und jetzt nach glücklichem Entschluß zur Reise in Judäa wiederfanden.“¹⁷

Was Kepler sonst von der Bedeutung und den natürlichen Wirkungen des neuen Sternes von 1604 schreibt, gehört nicht hierher. Nur sei noch die Meinung berichtet, daß man in demselben vielfach die zweite Ankunft des Erlösers zum Gericht über die Lebendigen und Toten oder auch das Auftreten des Antichrist angedeutet sah, daß christliche Dichter das Bild des Schlangenträgers mit dem „Samen des Weibes“ in Verbindung brachten, welcher der Schlange den Kopf zertreten sollte im Hinblick auf das Bild vom Weibe in der Geheimen Offenbarung (Offb. 12, 1 ff.), mit der Sonne bekleidet, mit dem Knaben im Schoße, von der Schlange vergebens verfolgt.¹⁸ Eine neuerfichienene Schrift hat diese Idee astrologischer Bilder in der Geheimen Offenbarung weiter unterfucht.¹⁹

Noch ein anderer Gedanke über jene Konstellation tritt uns aus Keplers Auffassung entgegen, obgleich dieser selbst ihn nicht ausdrücklich hervorhebt, nämlich der Umstand, daß der Stern „gegen Westen“ schritt, und die

¹⁶ Vgl. Oefele, Die Angaben der Planetentafel P. 8279 verglichen mit der Geburtsgeichichte Christi, Mitteilgn. der Vorderarfat. Gesellschaft VIII 1903, Zeitschrift Der Katholik 1907, 2; 1908; Theologie und Glaube I 1909; 1925, 745 ff.; A. Reatz, Jesus Christus. Freib. 1929, 17; Steinmetzer, Die Geschichte der Geburt und Kindheit Christi und ihr Verhältnis zur babylonischen Mythe. Münster i. W. 1910, 60 ff. Vgl. protest. Realencyklopädie für protest. Theologie und Kirche² XIX 15 u. a. m.

¹⁷ Kepler a. a. O. IV 346.

¹⁸ Kepler a. a. O. II 746.

¹⁹ J. Freundorfer, Die Apokalypse des Apostels Johannes und die hellenistische Kosmologie und Astrologie. Freib. 1929, 124 ff.

Konstellation im Zeichen der Fische dreimal binnen Jahresfrist stattfand. Oder sollte es zufällig sein, daß bei den mittelalterlichen Juden der Glaube bestand, die Geburt des Messias werde mit der Konjunktion des Jupiters und Saturns im Zeichen der Fische zusammenfallen? Hatte doch der Rabbiner Abarbanel (1437—1518) jenes Jahr auf das Jahr der Welt 5224 (1464—65 n. Chr.) verlegt, wo eine solche Konjunktion erwartet wurde, ebenso wie sie im Jahre der Welt 2365 (1396—5), dem Jahre der Geburt des Moses bezw. des Auszuges aus Ägypten, angenommen worden war. So hatten auch die Araber die gleiche Konjunktion, freilich im Sternbild des Skorpions, auf die im Jahre 571 erfolgte Geburt des Mohammed bezogen.²⁰

Das Schreiten des Sternes nach Westen konnte ferner mit dem Sternbild der Fische in besondere Beziehung gebracht werden; es galt ja dieses Sternbild für die orientalischen Sterndeuter als das Sinnbild des Westens, insofern die Sonne mit dem Frühlingspunkte nach Osten wandert, und andererseits die Wissenschaft der Astrologie eine solche Verbreitung in Chaldäa gefunden hatte (3000—800), seitdem der Frühlingspunkt in das Sternbild des Stieres, östlich von demjenigen des Widders und der Fische, eingetreten war. Wir wissen, daß dieser Eintritt eine geradezu ungeheure Umwälzung in der Götterwelt Babylons unter Marduk mit dem „UrsfTier“, hervorgerufen hatte.²¹ In der Tat war der Kult der Mondgöttin Astarte oder Atargatis, Derketo, gerade zur Zeit Christi in Syrien, Phönizien und den Euphratländern weit verbreitet; das Sinnbild dieser Göttin aber war der Fisch. So konnten jene Magier die Richtung ihrer Wanderung nach Westen im Sternbild des Fisches erkennen.²² Nach Kepler konnten sie dies auch von den babylonischen Juden erfahren. Außerdem brachte wohl der Stern „die alte und beständige Überlieferung des Orients“ in Erinnerung, welche auch Josephus Flavius, Suetonius und Tacitus bezeugten, es würden in jener Zeit aus Judäa Männer aufstehen, die sich der Weltherrschaft bemächtigen würden.“²³

Ähnliche Gedanken spielten damals in der apokryphen Literatur des Alten und Neuen Testaments eine Rolle, soll doch Henoch, der gott-erleuchtete Patriarch, der Erfinder der Astrologie gewesen sein.²⁴

Wie man jedoch über diese und andere Anschauungen denken mag: Wir erkennen daraus einerseits, wie der geniale Forscher keinen Widerspruch zwischen tiefer wissenschaftlicher Arbeit und aufrichtigem Offenbarungsglauben empfand. Andererseits hat unser Kepler jedenfalls durch seine Betrachtung des Dreikönigsgehirns das Problem vom Geburtsjahre Christi bedeutend angeregt und dessen Lösung gefördert.

²⁰ Vgl. Sanhedrin E 972; Günzel, Handbuch der mathematischen und technischen Chronologie I. 46. 49. 248. Ideler, Handbuch II 431.

²¹ Die Praecession des Frühlingspunktes von West nach Osten beträgt jährlich 50,2564", so daß die Sonne in etwa 25 000 Jahren den gesamten Tierkreis durchwandert. Schon der Chaldäer Kidurnan (6. Jahrh. vor Chr.) hat diese Erscheinung entdeckt, und Hipparch (2. Jahrh. vor Chr.) bei der Berechnung der Länge der Spica sie gewürdigt.

²² Josephus Flavius, Antiquitates XX, 2, 4, 1—3 berichtet, daß viele Juden in Babylonien anfällig waren. E. Steinmetzer, Der Stern von Bethlehem 23 f. Saussaye, Religionsgeschichte I 13. Dölger, Das Fischsymbol I Rom 1910, 197.

²³ Kepler IV 346, Suetonius, Vespasian 4, Tacitus, hist. V. 13.

²⁴ Buch Henoch 72—82.

KEPLERS BRIEFE.

VON GEHEIMRAT PROF. DR. JOSEPH SCHICK,
MÜNCHEN.

I.

Glanzvoll hat die wissenschaftliche Welt zu Regensburg und ergreifend schön das schwäbische Volk in Weilderstadt dem Fürsten der Astronomie diesen Herbst zum 300. Todestag die gebührende Huldigung dargebracht. Unvergessen werden jedem Teilnehmer die farbig bunten Bilder im ehrwürdigen Reichssaal zu Regensburg oder in der Walhalla, sowie die Volksfeier mitten auf dem Marktplatz seines Geburtsstädtchens, unter seinem Geburtshaus und seinem herrlichen Denkmal bleiben. Tiefchürfende Festreden und Festschriften von den hervorragendsten Astronomen werden weithin Licht verbreiten über seinen Genius, seine glorreichen Entdeckungen und seine herrliche Menschlichkeit, und mehr als ein Werk größeren Umfanges, das dieser günstigen Sternensfunde seinen Ursprung dankt, wird der Verbreitung seiner Kenntnis und seines Ruhmes in weitesten Kreisen dienen.

Eine besonders bedeutame Stellung nimmt unter diesen Veröffentlichungen ein Werk ein, das zu diesem Festjahr von zweien der hervorragendsten Kenner Keplers der Öffentlichkeit geschenkt worden ist: „Johannes Kepler in seinen Briefen, herausgegeben von Max Caspar und Walther von Dyck“ (München und Berlin 1930, Verlag von R. Oldenbourg). Die stattlichen zwei Bände, aufs Schönste ausgestattet von der gleichen Firma, die sich durch die Herausgabe der „Astronomia Nova“ in der Übersetzung von Max Caspar bereits große Verdienste erworben hat, sind in erster Linie nicht so sehr für den Fachmann, als für das ganze gebildete deutsche Volk berechnet, dem nun durch diese Sammlung Keplerischer Briefe in deutschem Gewande die reiche Persönlichkeit des genialen Mannes näher gerückt und erschlossen werden soll. So darf hier wohl angesichts dieses volkstümlichen Werkes vielleicht auch ein Laie zu Laien reden, und sagen, was für ein wundervoller Schatz hier für das ganze deutsche Volk gehoben worden ist. In der ganzen weiten Welt wüßte ich keinen Briefwechsel zu nennen, der an geistigem Hochstand oder an ragender Persönlichkeit des Schreibers diese Sammlung überträfe, in der neben so vielem menschlich Schönem zum ersten Mal die schönsten Geheimnisse Gottes beim Bau der Welt enthüllt wurden.

In erster Linie ist der ganze Plan dieser Auswahl zu billigen. Ein ungewöhnlich reicher Schatz von Briefen von Kepler und an Kepler ist auf uns gekommen; wohl an 400—500, zerstreut u. a. in Stuttgart, Tübingen, München, Wien, Paris, und besonders auf der Sternwarte zu Pulkowo bei Petersburg. Kepler war selbst sehr mittheilfam, die Freude an seinen Entdeckungen wollte sich ausprechen, lebhaftes, oft recht temperamentvolle Diskussion lag ihm im Blut, und bei seiner großen internationalen Bedeutung, seinem Ansehen bei Gelehrten, wie bei den Machthabern dieser Welt ist auch ein lautes Gegenecho nicht ausgeblieben. Diese Briefe sind bei weitem in der Mehrzahl auf lateinisch, in der damaligen Gelehrtensprache, abgefaßt. Wie leicht es Kepler schrieb, zeigt sich in diesen Briefen fast noch besser, als in den großen wissenschaftlichen Werken: alles wirft er schnell und glatt hin; Korrekturen sind selten, und hübsch und treffend sagt Frisch (VIII, 946): „Sed raro haec fiunt, cum plerumque certus sit et ex inexhausto illo fonte doctrinae, imaginationis, leporis, summae hominum et rerum publicarum cognitione hanc uberrimam depromat copiam pulcherrimis verbis et orationis leni tractu amicis suis traditurus“. Man denkt an einen anderen, dem auch das Wort gleich leicht und glänzend von den Lippen floß, wie Kepler, von dem ein Zeitgenosse, Ben Jonson, gesagt hat: „He never blotted a line“.

Weiterhin ist sehr zu billigen, daß auch Briefe an Kepler und in weiterer Bedeutung des Wortes auch die sehr interessanten Vorreden seiner Werke an seine Leser und seine Patrone reichliche Vertretung in den zwei Bänden finden. Daß die Auswahl eine vortreffliche ist, dafür bürgen die Namen zweier solch ausgezeichneten Kenner, desgleichen für die Übersetzung, die wieder sehr genau, gewandt und gewissenhaft ist. Nur an einigen wenigen Stellen möchte ich anders übersetzen; im übrigen wünschte ich, daß jeder das gleiche Vergnügen nachfühlen möchte, das man beim Vergleich des lateinischen Originals mit der Übersetzung hat, sei es, daß man das Latein zuerst liest und sich an der Gewandtheit der Übersetzer erfreut, oder daß man zuerst die Übersetzung liest, und dann zusieht, wie glänzend Kepler lateinisch kann.

Weiter wird man sich nur freuen, daß beim ersten Antriebe, zumal zu diesem nationalen Volksfeste, die Publikation populär, für die große Masse der Gebildeten, berechnet war. Das hat natürlich zur Folge gehabt, daß rein wissenschaftliche Briefe wegblichen, und daß in vielen anderen, sobald sie ausschließlich astronomische Berechnungen bieten oder sonstige Dinge, die nur den Fachmann interessieren oder auch jetzt wirklich veraltet sind, übergangen wurden. Und wenn wir nur ungern das Verlangen nach noch mehr unterdrücken, so müssen wir doch selbst zugestehen, für das Volk heißt es hier allerdings: die Hälfte ist besser als das Ganze. Die zahllosen Rechnungen, mit denen viele der Briefe seitenslang gespickt sind, würden doch nur recht wenige anfehen, geschweige denn lesen oder gar durchrechnen.

Für die Anordnung der Briefe boten sich zwei Wege. Es konnte eine Anordnung nach der behandelten Materie getroffen werden, sodaß Briefe aus den verschiedensten Zeiten und Entwicklungsstadien Keplers zusammengestellt wären, sofern sie nur vom gleichen Gegenstand handelten. Dies

hätte aber einerseits einen einförmigen und ermüdenden Eindruck machen müssen, und dann auch, da Keplers oft sehr lange Briefe die verschiedensten Materien behandeln, zu einer ähnlichen Zerreißung führen müssen, wie sie leider der Ausgabe und Behandlung von Frisch anhängen. So ist das Prinzip der Herausgeber durchaus zu billigen, die Briefe grundsätzlich in strikt chronologischer Ordnung zu geben. Es tritt uns auf diese Weise in dem ganzen Werke reiche Abwechslung und ein farbenprächtiges, buntes Bild eines Menschenlebens entgegen, so wie es sich wirklich abspielt, Leid und Freud' in wechselnder Folge, schweres Ringen neben glänzendem Erfolg oft dicht nebeneinander, eben und bergig, glatt und holprig, bedrückend und erfreuend, jauchzend und betrübt, ein tapferer Pilgrim's Progress bis hin zu den Delectable Mountains und vor die Tore des Paradieses.

II.

Und was sehen wir alles auf dieser Wanderschaft! Schon die ersten dieser Briefe geben uns ein liebes Bild von dem wackeren jungen Zögling der Alma mater Tubingensis. Es handelt sich um eine Bittschrift des Studiosus der Philosophie und Theologie Johannes Kepler um Verleihung eines Stipendiums seiner Vaterstadt Weilderstadt. Bescheiden bittet er, seine Magnifizenz der Herr Rektor und hochberühmte Doktor möge sein Gesuch dem Hohen Senat vorlegen; man möge ihn bei seinen verwirrten und mißlichen Vermögensverhältnissen und in Anbetracht der Verdienste seines Großvaters, Bürgermeisters von Weilderstadt, berücksichtigen; sei einer dürftiger als er, so würde er nicht säumen, zu seinen Gunsten zurückzutreten. Er dürfe sagen, er wolle mit seinem Studium nur die Ehre Gottes erhöhen, und er würde keinen Heller davon in liederlicher Weise verschleudern. Und wir freuen uns, daß seine Heimatstadt schon damals ihrem großen Sohn so mütterlich unter die Arme greift und ihm das Zeugnis gibt, daß „der junge Kepler sein fürtrefflich und herrlich Ingenium also wohl und rühmlich, daß seinethalb etwas Sonderlichs zu verhoffen, anlegen thuet“; auch daß der Hohe Senat das Urteil seiner Vaterstadt über sein fürtrefflich und herrlich Ingenium sich wörtlich zu eigen macht und ihm das Stipendium „seiner sonderlichen Doctrin und Geschicklichkeit halben“ weiter verleiht. Drei Dinge, drei sehr nah verwandte Dinge, lassen sich nach altem Spruch nicht unterdrücken, das Feuer, die Liebe und der Genius, und am hellsten leuchten sie schon in der Jugend.

Sogleich nachher hören wir, daß dem 23jährigen, kaum dem Hörfaal entwachsenen Magister eine Professur der Mathematik weit weg an unserer jetzigen Grenzmark, in Graz, angetragen wird, die er, nach einigem Besinnen, auch annimmt. Der Ruf ist ja ehrenvoll und lockend, aber lieber wäre man im teuren Schwabenlande geblieben. Doch wird er in Graz freundlich empfangen und freundlich behandelt. Er ist ein guter Lehrer und seine „stättliche Dexterität“ wird ihm amtlich bescheinigt — was für eine Freude und für ein Glück, von einem solchen Lehrer Geometrie und Astronomie — und auch Latein zu lernen! Dem Mann, für den die Geometrie der „Archetypus pulchritudinis mundi“ war, der da gesagt hat:

„Geometria una et aeterna est, in mente Dei refulgens, cujus consortium hominibus tributum inter causas est, cur homo sit imago Dei“, der auch den steyrischen Landständen versichert, Mathematik sei gerade für die adeliche Jugend das schönste Studium. Und auch seine zweite Tätigkeit fand Belobigung: er war nämlich auch bestallter Kalendermacher der Stände und hatte so, aus den Sternen natürlich, zu prophezeien — und die Prophezeiungen trafen gleich ein im ersten Prognostikon! So z. B. daß eine barbarische Kälte eintreten werde und daß die Türken in Osterreich einfallen würden. Was hatte man da für einen trefflichen „Landschaftsmathematikus“! Da er einsieht, daß das Prophezeien wohl etwas Gefährliches sei, baut der kluge junge Professor vor; er meint, daß es den „Astrologis und Sternsehern leider noch weit fehlt“, und nennt sich selbst einen Astrologen, „der selber nicht zu viel davon hält“.

Er macht jetzt auch eine gute Heirat, gar mit einer Adelligen, Barbara Müller von Mühleck, Besitzerin verschiedener Mühlen und sonstiger Güter. Aber um von diesen hohen Verwandten für würdig befunden zu werden, mußte er extra nach Schwaben reisen, um auch einen Adelsbrief beizubringen. Und da ergab sich nun, daß, wenn auch seine Familie verarmt war, dennoch zwei seiner schwäbischen Ahnen auf der Tiberbrücke zu Rom von Kaiser Sigismund ums Jahr 1430 wegen ihrer Tapferkeit zu Rittern geschlagen worden waren — hundert Jahre, bevor beim Sturm auf daselbe Rom, woran uns Bismarck erinnert hat, der Stamm der Schwaben das Recht erhielt, die Sturmflagge des Deutschen Reiches zu tragen.

Aber nicht bloß das Kalendermachen und das Durchpauken von Virgil verstand der 23jährige Jüngling. Bald schlugen bei ihm die Blitze des Genius ein; der erste blendende Strahl von den vielen traf ihn schon in seinem Grazer Schulsaal. Und jetzt beginnt der Teil des wissenschaftlichen Briefwechsels Keplers, der diese Sammlung auf ein so hohes Niveau hebt und Kepler in Beziehung mit den ersten Größen seines Faches brachte, sowie mit hohen und höchsten Würdenträgern bis hinauf zum Kaiser. Es ist nur recht und voll schöner Pietät, wenn die ersten Briefe dieser Art an seinen verehrten Lehrer Mästlin in Tübingen gehen, der ihn zuerst mit der kopernikanischen Lehre bekannt gemacht hatte, die er freilich, im Gegensatz zu seinem feurigen, stürmischen Schüler, etwas zaghaft und bedenklich nur esoterisch innerhalb seines Hörsaales lehren mochte. Mit die ersten Briefe Keplers aus Graz gehen an Mästlin und zeigen eine rührende Pietät. Sie beginnen mit dem Januar 1595 und dem Gruß: „Ein glückseliges Neues Jahr und Wünsche für Zeit und Ewigkeit in Christo!“ und drücken die hohe Befriedigung aus, von seinem hochverehrten Lehrer mit einem Brief beehrt worden zu sein; er teilt ihm seine Sorgen mit, es werde seines Bleibens in Graz wohl nicht allzulange sein. Und nun folgt der ganz bedeutende Brief vom 3. Oktober 1595, der Mästlin die Grundzüge seines ersten großen Werkes, des „Mysterium Cosmographicum“, mitteilt; daß nämlich Gott die Welt (d. h. unsere Welt der Sonne und der Planeten) nach den Dimensionen der fünf regulären platonischen Körper (Tetraeder, Hexaeder, Oktaeder, Dodekaeder, Ikosaeder) eingerichtet habe — die Grundtheorie seines ersten großen Jugendwerkes, schön und phantasiereich, von hoher Begeisterung für den

Schöpfer des Weltalls getragen. Ja, die ersten Spekulationen über die Abstände der Planeten von der Sonne und das sie regelnde Gesetz treten hier schon bei dem jugendlichen Divinator auf, das er erst in der „*Harmonice Mundi*“ in seiner ganzen Schönheit und Genauigkeit aufzeigen kann. Und für die Physiologie des Genius vermerken wir noch die gewaltige Erregung und den freudigen Schmerz, unter dem die edelsten Kinder der Phantasie geboren werden: „Ihr seht, wie nahe ich der Wahrheit komme, und da zweifelt Ihr noch, daß ich, so oft so etwas eintritt, reichlich Tränen vergieße.“

In einem schönen und stolzen Widmungsschreiben wendet er sich nach Vollendung des Werkes auch an die steyrischen Stände und bringt es ihnen als Huldigung dar für ihre wohlwollende Freigebigkeit — ein Dank, so schön, wie ihn nur der Genius abtatten kann. Er weiß, daß er in der Astronomie das edelste Fach ergriffen hat; die adelige Jugend, sagt er, könne nichts Besseres tun als Mathematik zu studieren und so in die erhabenen Geheimnisse des Himmels einzudringen. Ihm selbst sei zumute wie dem Vögelchen, das singt und seiner Natur nach singen müsse, und so dränge ihn sein Geist zu den Sternen hinauf. Fürwahr, schon in diesem Werk reckt ein stolzer Aar die Schwingen der Sonne entgegen.

Freudig denkt er auch an sein Schwaben und vermeldet an Herzog Friedrich zu Württemberg und Teck, daß „der Allmächtige verächinen Sommer nach langwieriger ungesparter Mühe und Fleiß ihm ein Hauptinventum in der Astronomie geoffenbaret,“ sicherlich in der Hoffnung, eben durch diese Tat eine Stelle im Vaterlande zu erlangen. Er schlägt auch in seiner Eingabe an den Herzog vor, ein Modell des so von ihm konstruierten Weltalls in Gestalt eines wundervollen Kredenzbeckers mit den Planeten und den regulären Körpern machen zu lassen, womöglich in Kupfer oder noch lieber in Silber. Durch verborgene Röhren und Zapfen würde er — zum Spaß bei einem Gelage — unterschiedliche Getränke leiten; die Bilder der Planeten könnten durch Edelsteine dargestellt werden, „als Saturnus aus einem Adamant, Jupiter ein Hyacinth, Mars ein Rubin oder Balagius, die Erd ein Türkis oder Magnet, Venus ein Augstein gelber Farb oder dergleichen, Mercurius ein Crystall, Sol ein Carfunkel, der Mond ein Perlstein“. Es hätte sicher ein merkwürdiges Kunstwerk gegeben, wert von einem Benvenuto Cellini ausgeführt zu werden. Aber das Projekt wurde fallen gelassen und niemals ist Keplers Lieblingswunsch erfüllt worden, in seinem engeren Vaterland ein Plätzchen zu finden — das erste Anzeichen der Tragik, die den Genius so oft zu begleiten pflegt.

Wir begreifen, daß ihm die herrliche Vision seines „Geheimnisses des Weltenbaues“ noch lange im Sinne umgeht. So finden wir zu Anfang eines anderen, bedeutenden Briefes an Mästlin vom 19. April 1597 abermals einen Ausbruch begeisterter Freude über sein Mysterium (Frisch I, 31); im zweiten Teil des Briefs (Frisch IV, 6—8: der Brief ist typisch für die Zerreißung so mancher langen Briefe bei Frisch) sehen wir, wie der junge, 26jährige Professor maßgebende Stellung nimmt zu einem die damalige Welt bewegenden Problem, der Einführung des gregorianischen Kalenders.

Wir sehen wohl, wie Mästlin gleich anderen seiner Kollegen sich sträubt, die entschiedene Verbesserung vom Papst anzunehmen; der vorurteilslose Kepler aber setzt sich schon jetzt mit allem Eifer für die Vorschläge des Papstes ein und bald wird er, der weitaus Berufenste, in feierlicher Versammlung zu Regensburg vor Kaiser und vor Reich sein maßgebendes Wort in die Wagihale werfen. Dann dankt er weiterhin (Frisch I, 34) Mästlin für seine Mühe in Verteilung der Kalender, tröstet ihn über vermeintliche Zurücksetzung von Seiten seiner Tübinger Kollegen und zum Schluß ladet er ihn zur Hochzeit ein, und wie anderwärts für seinen Geburtstag, berechnet er hier die Aspekte des Himmels für seinen Hochzeitstag. Schade, daß die Herausgeber diese Partie, mit ihren mystifischen Zeichen, nicht auch mitgeteilt haben. Der Liebhaber indischer Literatur wird sich erfreut an die astrologischen Berechnungen über die Nakshatras am Hochzeitstag eines Brautpaares im indischen Märchen erinnern fühlen. Dort macht es der Purohita, hier ein Bräutigam selbst, der sicherer rechnen kann als der gelehrteste indische Pandit.

Reicher und reicher wird der Briefwechsel; nicht nur an Mästlin teilt er seine große Entdeckung mit, auch an Reimarus Urfus, den Mathematiker des Kaisers, und ein anderer, besonders sympathischer und fleißiger Korrespondent von hohem äußeren Rang tritt um diese Zeit erstmalig auf, der bayerische Kanzler Herwart von Hohenburg. Zeit seines Lebens ist er Kepler ein treuer, hilfreicher, bewundernder Helfer gewesen; er selbst besaß ungewöhnliche Kenntnisse in mathematischen und astronomischen Dingen (man pflegt ihn wegen seiner *Tabulae Arithmeticae Universales Προσθαφαίρεσιως*, 1610, gerne vor die Erfinder der Logarithmen zu stellen), und es ist eine Freude, die Begeisterung dieses hochgestellten Mannes über Keplers Funde zu sehen, und überhaupt welche platonisch schöne Freundschaft sich bei diesen zwei edlen, an Begeisterung und reichstem Wissen so ähnlichen Naturen entwickelt hat. Zwölf Jahre lang (1597—1609) hat diese erfreuliche, für beide Teile höchst ehrenvolle Korrespondenz angehalten. Und nun kommt jetzt schon ein Kulminationspunkt dieses Briefwechsels, die Briefe an die zwei größten Astronomen der Zeit, an Tycho Brahe und Galilei. Beide bringen dem jugendlichen Professor, der von ihnen ein Urteil über sein „*Mysterium Cosmographicum*“ haben möchte, ihre Anerkennung, ja ihre Bewunderung zum Ausdruck, wenn sie auch etwas reserviert und zweifelhaft sind über die Richtigkeit des großen Grundgedankens. Schön ist's, wie bescheiden Kepler den beiden, dem Dänen und dem Italiener, ihre fürstlichen Titel gibt: Tycho redet er an als *Monarcha* (oder *Phoenix*) *Mathematicorum* — aber auch des Schwaben Eigenart und stolze Sicherheit tritt schön hervor: an den noch schwankenden Galilei richtet er, der Jüngere, das große Wort: „*Confide, Galilaeae, et progredere!*“ Noch im Jahre 1598 hören wir auch, daß er die Gezeiten aus der Anziehung des Mondes erklärt, nicht, wie Galilei, aus der Bewegung der Erde. Und von Tycho sagt er: „Er ist überreich, allein er weiß von seinem Reichtum keinen rechten Gebrauch zu machen, wie die meisten Reichen.“ Allbekannt ist ja, wie dann Tycho Brahe ihn als Assistenten nach Prag berief, wo er nun Einsicht nehmen konnte in das großartige statistische Material von Tycho, und aus dem ungeheuren Wuff von Zahlen seine weltbewegenden Planetengesetze schuf.

III.

So liegen also mehrere Hunderte dieser Briefe vor uns, in buntester Abwechslung des Inhaltes, ernsteste und größte Fragen behandelnd und schöne menschliche Reflexe werfend. Bei der Fülle der Entdeckungen, der Probleme, der Einfälle von Keplers ewig geschäftiger Phantasie ist es natürlich unmöglich, hier ein volles Bild von der Reichhaltigkeit dieses Briefwechsels zu geben; wenige charakteristische Beispiele müssen genügen, um einen Begriff von Keplers weitem Horizont und intensiver Geistespannung zu vermitteln. Bald löst er eine geometrische Aufgabe über den goldenen Schnitt, die ihm aus Tübingen zugeschickt wurde, bald ruft er zu einer anderen Aufgabe, die er geometrisch nicht lösen kann, die Hilfe der zeitgenössischen Geometer an —: es handelt sich um ein altes Problem, das man feiner Form wegen das „Fächerproblem“ nennen könnte: schon Ptolemäus hat es in seiner Marstheorie aufgestellt und Kepler hat es von 3 auf 4 akronychische Beobachtungen erweitert und so noch wesentlich erschwert. Bald untersucht er Herwart zuliebe eine astronomische Stelle aus Lucan, bald macht er sich neckisch über Petrus Ramus lustig, dessen Professur eigentlich ihm zufallen müßte, oder er berechnet für Erzherzog Ferdinand eine Mondfinsternis, wohl in der Hoffnung, sein Hofastronom zu werden, oder aber er redet über Astrologie und Aspekte und deren Beziehung zur Musik; auch stellt er Freunden oder Gönnern zuliebe häufig ein Horoskop. Und hier hätten auch wir Laien und Ungläubigen gern etwas mehr gehört von der phantastischen Poesie, die Kepler in all diese Fragen gesteckt hat, oder von der Gründlichkeit, mit der er dabei zu Werke ging. Kein Geringerer als der Kaiser Rudolph II. hätte z. B. gerne die Nativität des Kaisers Augustus gehabt: so schlägt Kepler (Frisch VIII, 331) „Livium, Florum, Plinium, Ciceronis Epistolas familiares, Epistolas ad Atticum, ad Q. fratrem, Suetonium, Solinum, Censorinum, Dionem, Plutarchum, Manilium, Gellium, Macrobius, Manutium, Scalligerum de Emendatione temporum“ und andere mehr nach, ohne bei der Mangelhaftigkeit der Quellen zu einem sicheren Resultate zu kommen, und da ihn trotz dieser Mühe Seine Kaiserliche Majestät „eines Unfleißes verdacht, als ob Ich Genesis Augusti nit genueßam erkundiget hette,“ gibt er ihm noch die Nativitäten, das „Thema Coeli“, von Nero, Mahomet I., Soliman, Friedrich IV., Max I. und II., Karl V., Ferdinand und Rudolph II. Mahomet I. ist natürlich der Sultan, nicht der Prophet selbst; aber auch von Muhammed hat er eingehend ein Horoskop erstellt und gemeint, es sei demjenigen Luthers fast gleich. Am bekanntesten ist wohl das Horoskop, das er Wallenstein gestellt hat (Frisch I, 293 u. 386, VIII, 348); bei diesem standen Jupiter und Saturn im Haus des Lebens, Mars in Opposition. Gewiß recht interessant sind auch die Horoskope seiner Gattin und auch sein eigenes (Frisch V, 476): bei ihm standen Sonne und Saturn im Sextilschein. Fast wird man gläubig: denn wie symbolisch groß ist diese Konstellation für Keplers eigenen sonnenhaften Genius und so viel Tragik in seinem Schicksal!

Nicht der uninteressanteste Teil des Briefwechsels sind seine geschichtlichen Berichte. Bald gibt der Schreiber Nachrichten von Pest, Verwüstung,

Belagerung, Bränden und der harten Zeit, bald traurige Bilder von der Protestantenverfolgung in östlichen Ländern; und jetzt schon häufen sich die perennierend werdenden Klagen über rückständigen Gehalt und seine finanziellen Nöte. Im Jahre 1599 schreibt er einen verzweifelten Brief an Mästlin über seine Lage, desgleichen an Herwart; es kommt so weit, daß er seinen ganzen Beruf aufzugeben und Medizin zu studieren gedenkt. Wir fühlen aus den Briefen an Mästlin, wie gern, wie über alle Maßen gern Kepler nach Tübingen in die schwäbische Heimat zurückgekommen wäre, aber Mästlin ist auf diesem Ohre merkwürdig taub — er kann nicht helfen: er will beten! Aus Osterreich droht ihm die Ausweisung als Protestant, und in Tübingen will man den „störriichen Eigenbrötler“ nicht, der „Calvinisches Giff“ eingefogen hat und nicht an die Ubiquität des Fleisches Christi glauben kann. Am bittersten, ja herzerreißend wirken die Worte, in denen er seine Lage an Tycho ausdrückt: „inops, desertus, exul“ — mittellos, verlassen, verbannt und ohne Heimat in Prag! Und an Mästlin: „literae tuae omnem spem in academia vestra prociderunt“. Doch mitten in dieser Not wirkt hinter dem Saturn wieder der Jupiter: wie eine herrliche Blume taucht der Plan der „Harmonice Mundi“ auf — genau so, wie er ihn zwanzig Jahre später ausgeführt hat. An Herwart vom 14. Dezember 1599, noch in Graz: „Es werden 5 Bücher oder Kapitel sein, 1. ein geometrisches über die konstruierbaren Figuren, 2. ein arithmetisches über die Verhältnisse an den Polyedern, 3. ein musikalisches über die Ursachen der Harmonien, 4. ein astrologisches über die Ursachen der Aspekte, 5. ein astronomisches über die Ursachen der periodischen Bewegungen.

IV.

Und auch mit seinen äußeren Umständen geht es unerwartet wieder aufwärts. Kepler war ja nun Assistent Tychos in Prag geworden und nach dessen frühzeitigem Tode gar „Kaiserlicher Mathematiker“. Die wissenschaftlichen Pläne drängen sich jetzt: in einem reichhaltigen Brief an Magini, Professor der Mathematik in Bologna und Rivalen Galileis, schüttet er die ganze Fülle seines jugendlichen Genius aus. Er nennt sich „astronomiae cupidissimus“; es treibt ihn der Hunger nach weiteren Beobachtungen, die ihm Tycho allzu sparsam mitteilt und die er doch braucht zur Prüfung seiner Phantasien über die Harmonik der Welt. Aus der Beobachtung des Mars bei Tycho erhebt sich langsam ein Werk, so groß und herrlich wie die homerischen Gedichte: die „Astronomia Nova“ ist im Werden, mit einer Fülle neuer Vorstellungen, Ausichten und Methoden, Theorien und Beobachtungen. Im Hintergrund steht die „Harmonice Mundi“; auch das „Fächerproblem“, dem Kepler solche Wichtigkeit beilegte, wird Magini vorgelegt — aber Antwort kommt keine. An Mästlin wendet er sich auch damit, bringt dazu im gleichen Briefe die folgenschwere Meldung von Tychos Tod und eine sehr interessante Charakteristik des großen Dänen, verbunden mit dringender Bitte um Antwort und etwas Liebe von Mästlin. Auch Mästlin schweigt und wir fangen an, ernstlich böß mit dem ängstlichen, zaghaften und schreibfaulen Manne zu werden.

Als kleines Zwischenspiel kommen ein paar familiäre Briefe, deren wir nur wenige haben. Kepler schreibt der „Ehrentugenthafften frawen Barbara Kheplerin, meiner lieben Haußfrawen:“ und Frau Barbara „Meinem lieben haußwirdt M. Johannes Kepler: grieiß euch gott Mein herzlieber Haußwirdt“, und handelt von ihren Haushaltungsforgen ebenso, wie von ihrem Zeitvertreib: „mier sint zun leben gangen haben sie auch gefchaut wier haben 3 leben gefehen sie haben gar häslich prillt, das hauß hat alles zitert wan sie prillt haben“. Wie man sieht, befließigt sich Barbara von Mühleck einer sehr merkwürdigen Orthographie: den Namen des großen Dänen schreibt sie „diho Prei“.

Die Astrologie läßt ihn nicht los; in einer Menge von Briefen kommt er auf sie zurück. Wir haben hier die Widmung einer Schrift „De Fundamentis Astrologiae certioribus“ (1602) an Petrus Wok Orsini und viele andere Stellen, in denen er ziemlich gleichmäßig die zwei Seiten der Astrologie definiert, die eine als unnütze, törichte, einfältige Fürwitzigkeit, nämlich alles, was die Medicina astrologica, die Aftromantie oder die Astrologia judiciaria betrifft, welche letztere die römische Kirche mit Recht verurteilt habe. Er wird nie müde, zu betonen, daß die Astrologie höchstens allgemeine Dinge, niemals aber etwas Spezielles vorausagen könne, weil die Bedingungen des Menschenlebens viel zu kompliziert seien. Auf der anderen Seite aber glaubt er doch an mächtige kosmobiologische Zusammenhänge, an die „Sympathie zwischen der sublunaren Welt und den himmlischen Harmonien“ — er steckt ja so tief im Glauben an die Harmonien der Töne, die sich sogar im Gange der Planeten ausprägen sollen! Alles andere will er über den Haufen werfen, „die Teilung in 12 gleiche Teile, in Häuser, Herrschaften, Dreieiten usw.“; nur die Aspekte behalte ich bei und verbinde die Astrologie mit der Lehre von den Harmonien“, also die Konjunktion und Opposition der Planeten, Quadratur und Sesquiquadratur, Sextil- und Trigonfchein; dem goldenen Schnitt zuliebe vernachlässigt er auch nicht Quintil- und Biquintilschein, also Winkel von 0° und 180° , dann von 90° und 135° , von 60° und 120° , endlich von 72° und 144° . War doch die Entdeckung, daß das reguläre Fünfeck mit der Teilung des Radius nach dem goldenen Schnitt konstruiert werden könne, eines der schönsten Resultate griechischer Geometrie, ja mit samt dem Dodekaeder der ästhetische Höhepunkt der Euklidischen Geometrie. Die gespannte und nach den Intervallen der Töne (Terz, Quint, Oktave und Unterabteilungen) gekerbte Saite dreht sich so hübsch zum Kreis, daß die Kerbpunkte nun die den Kreis rational teilenden Ecken der konstruierbaren regulären Kreispolygone darstellen. Nach Kepler müssen wir dann glauben, daß die menschliche Seele und die Anima terrae ein wunder- und geheimnisvolles, naives Apperzeptionsvermögen für diese Aspekte haben, die so nicht ohne Einfluß auf des Menschen Wachstum, Bildung und Gesamtchicksal sein können.

Die eben charakterisierten Ansichten, die dann, im Zusammenhang dargestellt, einen wichtigen Teil der „Harmonice Mundi“ (Buch IV) bilden werden, sind auch ein häufig angezogenes Lieblingsthema im Briefwechsel mit einem neuen Korrespondenten, der nun auftritt: David Fabricius, ein Ostfrieser, der gewiß ein um die Astronomie verdienter Mann war, aber

auch ein ewiger Frager und Krittler, Nörgler und Besserwiffer, der deswegen oft genug eine schärfere Abweisung erfährt. „Ihr spottet meiner, sagt Kepler, wegen meines Ovals — aber ihr mit eurer Menge von Spiralen! Das heißt doch, jemanden verurteilen, weil er einen einzigen Karren Mist zurückgelassen hat, während er den übrigen Augiasstall gereinigt hat; Ihr schmähst mein Oval, den einzigen Karren Mist, und laßt dabei die Spiralen gelten, die einen ganzen Stall ausmachen.“ „Actum agis“, sagt er ihm ärgerlich an einer anderen Stelle, wie Fabricius ihm wieder nicht glaubt und neue Spintifizereien über den Mars bringt: Laß das, die Marsbahn haben wir längst! Aber Kepler weiß ihn doch auch sehr zu schätzen, besonders seine „überragende Stellung in der Beobachtungskunst seit Tycho Brahes Tod“, und so schreibt er ihm auch über eine Menge von Problemen, die ihn beschäftigen, gerade auch über Astrologie und seinen Horror irrationalium: die ganze Harmonie der Welt ist auf rationalen Verhältnissen aufgebaut, auf der Harmonie der Töne, der Geometria figurata und den rational konstruierbaren Kreispolygonen — nirgends tritt ein reguläres 7-Eck, 9-Eck, 11-Eck oder 13-Eck in der Natur auf, und nur der rationale Aspekt wird apperzipiert. In den zahllosen Briefen an Fabricius redet er dann u. a. von den Intelligenzen der Sterne, von der Entstehung der Winde, der Gewitter, der blauen Farbe, von der Höhe der Atmosphäre: sie ist nicht so groß, daß sie alle Berggipfel überragte; der Atlas, der Olymp und ein Berg auf den Azoren ragen über sie hinaus. Später beschäftigen ihn die Probleme, die die Marsbahn bietet, die vermeintliche ovale Bahn, und die endliche glänzende Entdeckung der Ellipse, vorbereitet im Brief vom 18. Dezember 1604 und triumphierend ausgesprochen in einem Brief vom 11. Oktober 1605 — höchste Phantastik und glänzendste wissenschaftliche Leistung in einem und demselben Brief, ganz charakteristisch für Kepler. Der herrliche Satz: „Die Planetenbahn ist eine vollkommene Ellipse“ folgt auf die Erklärung seines Glaubens, daß ein fortwährend gestaltender, das All befeelender Geist „den Schweiß der Frauen und Hunde in Flöhe und Läufe verwandle, den Tau in Heuschrecken und Raupen, den Lein in Aale, den Morast in Frösche, das Wasser in Fische, die Erde in Pflanzen, das Aas in Würmer, den Kot in Käfer, die Dünfte der Luft in geordnete Formationen, die Dünfte der Ätherregion in Kometen und Sterne“. Und doch, ist diese groteske Phantastik über die Transmutation unnützer, verfallender Dinge nicht nahe verwandt mit dem herrlichen Gefang von Ariel im „Tempest“:

„Full fathom five thy father lies;
 Of his bones are coral made;
 Those are pearls that were his eyes:
 Nothing of him that doth fade
 But doth suffer a sea-change
 Into something rich and strange“ —

die schönen Worte Shakespeares, die Trelawny seinem ertrunkenen Freunde Shelley aufs Grab an der Pyramide des Cestius geschrieben hat? Nicht auch nahe verwandt mit der großen indischen Lehre von der Metempsychose, einer der größten Lösungen des Daseinsrätsels, die es gibt?

Und ebenso eifrig wie mit Fabricius korrespondiert Kepler auch weiterhin mit seinem prächtigen, bayerischen Gönner und Freund Herwart von Hohenburg. So z. B. über Kometen, deren um jene Zeit mehrere erschienen waren. Kepler hat bekanntlich eine eigene Schrift über Kometen geschrieben; er hält sie für translunare, durchsichtige, kosmische Körper, deren Bahnen nicht, wie Tycho meinte, kreisförmig, sondern geradlinig oder parabolisch seien. Auch spricht er sich hier oft über sein Marswerk aus: er glaubt jetzt die wahren physikalischen Gründe der Planetenbewegung erkannt zu haben, und die Verhältnisse am Mars sind ihm Vorbild und Analogie für die anderen Planeten. Begeistert ist er von der Lehre vom Magnetismus, wie sie Porta und namentlich Gilbert vortragen haben. Wieder beschäftigt ihn die Entfernung der Fixsternsphäre: sollte sie wirklich unendlich weit entfernt sein? Wäre es nicht schöner, wenn wir eine endliche Entfernung feststellen könnten, daß etwa der Durchmesser des Planetenhimmels die mittlere Proportionale wäre zum Durchmesser der Sonne und dem des Fixsternhimmels, oder die Sphäre des Saturn die der Erdbahn und des Fixsternhimmels nach dem goldenen Schnitt teile? Begeistert verschlingt er die Kegelschnitte des Apollonius, die ihm den so nötigen Ellipsenschlüssel lieferten, und angelegentlich beschäftigt ihn seine neue Schrift über den optischen Teil der Astronomie, deren Inhalt er Herwart skizziert. Bald kann er melden, daß dieses Werk fertig ist, und wir sind besonders dankbar für die Einschaltung und Übersetzung der sehr schönen Vorrede zu diesem Werk an Kaiser Rudolph II. Kepler schwört seinem Kaiser den wissenschaftlichen Fahneneid und drückt ihm seine Verehrung aus „für seine königliche Gesinnung gegenüber den edlen Wissenschaften“. Bald darauf ist Kaiser Rudolph, der Sternseher, abgesetzt worden und hat traurig geendet — eine merkwürdige Parallele zu unserem unglücklichen König Ludwig II. mit seiner königlichen Gesinnung gegen die edlen Künste: beide vom Leben besiegt und dennoch beide tief bedankt und hoch verherrlicht von zwei der größten Genien ihres Volkes, einem Kepler und einem Richard Wagner.

Wiederum lesen wir einen rührenden Brief vom 20. Januar 1604 an Mästlin, der ihm jahrelang nicht geantwortet hat; auch jetzt erfolgt keine Antwort. So wendet sich Kepler am 12. Dezember desselben Jahres direkt an den Senat in Tübingen, übersendet ihm seine Optik und vermeldet den Abschluß der „Astronomia Nova“, von der er ein handschriftliches Exemplar in Tübingen hinterlegen möchte, um dann doch wieder zwei Tage danach flehentlich direkt an Mästlin zu schreiben, er möge doch wenigstens mit Rücksicht auf den Kaiser antworten: „Aber ich will Euch nicht hetzen. Berührt nur einen meiner Punkte mit vier Worten; Ihr werdet damit das Schweigen ebensoviele Jahre wieder gutmachen. Lebt wohl und bleibt mir gewogen.“ Nochmals wird man einigermaßen verhöhnt durch den Tenor von Mästlins endlicher Antwort, sein Schüler sei so über ihn hinausgewachsen, daß er selbst nichts mehr zu sagen habe, er könne ihn nur beglückwünschen zu seinen ausgezeichneten Kenntnissen und zu so hoher Stufe und Ehrenstellung, die er erklommen habe. Und Kepler erwidert sofort in einem langen und freudig bewegten Brief: „Welche Freude mir Euer Brief bereitet hat, verehrter Lehrer, könnt Ihr selbst aufs beste ermessen, der Ihr mich so oft mit meinen ungestümen Briefen habt bei Euch

anklopfen lassen, bis Ihr endlich geantwortet habt Im übrigen stelle ich mich so, wie wenn ich nicht dem Kaiser, sondern dem ganzen Menschengeflecht und der Nachwelt diene. In dieser Zuversicht verachte ich mit geheimem Stolz alle Ehren und Würden und dazu, wenn es nötig ist, auch jene, die sie verleihen. Als einzige Ehre rechne ich mir es an, daß ich durch göttliche Fügung an die tychonischen Beobachtungen gesetzt worden bin.“ Dazu teilt er ihm wichtige Dinge über seine Forschungen am Mars mit, fordert ihn gar zur Mitarbeit auf, zur Rechnung am Saturn und Jupiter. Aber auch hierauf erfolgt keine Respons von Mästlin, ebensowenig auf den Brief vom 10. Juni 1606; so verstummt auch Kepler auf sieben Jahre — bitter für diese liebende, pietätvolle Seele!

Einer der längsten und kraftvollsten Briefe ist wiederum der an Herwart vom 28. März 1605 über die kopernikanische Theorie, um die ihn der Kanzler befragt hatte. Kepler ist Feuer und Flamme für sie; er ist jederzeit bereit, für sie einzutreten. Die Bibel könne man nicht gegen sie anführen; es sei lächerlich, Doppelbewegungen bestreiten zu wollen: die Bewegung unseres Armes widerlege dies schon; der Äther sei so dünn, daß er der Bewegung der Erde so gut wie keinen Widerstand leiste; was den Stein zur Erde treibe, die Schwere, treibe die Erde gegen jede größere Erde (also schon das allgemeine Gravitationsgesetz); die Riefendimensionen der Fixsternwelt beirren ihn nicht; wohl ist die Fixsternsphäre die größte, aber sie ist bewegungslos, träge. Dagegen ist dieses unser Erdkugelchen, unser Hüttchen, die Erzeugerin der vegetabilischen Wesen, selbst in ihrem Inneren von einer Seele gestaltet und entzündet täglich aus sich selber die Seelchen so vieler Pflanzen, Fische und Insekten, so daß sie leicht mit dieser ihrer Würde die ungeheure Ausdehnung der übrigen Welt in Schatten stellt. Schließlich schaut mir die Tierchen an! Hier gibt es bereits Empfindungen und willkürliche Bewegungen, eine unendliche Mannigfaltigkeit kunstvoller Körpergestalten. Schaut mir unter ihnen jene Stäubchen an, die man Menichen nennt, die Gottes Bild in sich tragen, die die Herren des ganzen ungeheuren Alls sind. Wer ist unter uns, der sich einen Körper von der Größe der Welt wünschte, um dafür auf die Seele zu verzichten?“ Alle diese Einwände gegen Kopernikus seien also nichtig. Positiv sei doch dagegen zu sagen, daß die Erde nicht die riesige Sonne bewegen könne. Die Sonne ist, wie die Quelle des Lichts, so auch die der Bewegung; sie steht so natürlich im Mittelpunkt, als der schönste, würdigste und mächtigste Körper; sein „Mysterium Cosmographicum“ vom Aufbau der Welt habe dies ja auch schon gezeigt. Diese und andere Überlegungen negativer und positiver Art sprächen ganz für Kopernikus.

In mächtige Erregung bringen unseren Spekulanten, wie die neu erschienenen Kometen, so auch die neuen Sterne im Schwan (1602) und besonders die Stella Nova im Schlangenträger (1604—06). Ein Schriftchen über den ersten widmet er dem Baron Hoffmann, eines über den zweiten dem Kaiser selbst: knüpfte sich doch an den letzten gar die Frage, ob dies der Stern sei, der den heiligen 3 Königen erschien. Nicht nur chronologische Fragen, die der neue Stern anregte, über das Geburtsjahr Christi zumal, haben ja Kepler lebhaft bewegt, auch die astrologische Bedeutung des neuen Sternes wurde in jener Zeit vielfach ventilert. Wir sind erstaunt, daß in einem Brief an Herwart ausführlich diskutiert wird, ob der

Himmel nicht mit der Kirche zu vergleichen sei, wobei die Fixsterne die Bischöfe bedeuteten, die Planeten die Sakramente, Saturn die letzte Ölung, Jupiter die Eucharistie, Mars die Firmung. Der neue, große und schöne Stern müßte dann zusammen mit der großen Konjunktion von Saturn, Jupiter und Mars etwas Besonderes bedeuten, etwa einen häretischen obersten Bischof oder gar den Antichrist! Gelegentlich täuscht er sich auch in einer enthusiastischen Beobachtung am Himmel. Er glaubt, ein Phänomen gesehen zu haben, das selbst den alten Ptolemäus noch im Grabe aufrütteln könnte, den Merkur vor der Sonne, wie eine Fliege oder ein kleiner, dürrer Floh! Es war aber Täuschung und der schwarze Tupfen war ein Sonnenfleck.

V.

Zahlreiche neue Korrespondenten, darunter recht sympathische, treten auf, so der Arzt Dr. Brengger in Kaufbeuren. Schön und charakteristisch wendet sich gleich der erste Brief vom 17. Januar 1605 gegen „Marktschreier und Sophisten, die die Rolle des Stentor spielen, und gegen jene, die die Natur als Sklaven erschaffen hat, die es aber gelüftet, frei zu sein“. Der Genius weiß sehr genau, daß es die größte Torheit sei, zu sagen, die Menschen seien alle gleich. Vor Gott, ja; aber nicht unter sich. In einem anderen Brief meint er wieder, der Erde sei Vernunft zuzuschreiben wegen Gewahrung der Aspekte; lebende Wesen müßten auf den Sternen sein, wie auch Tycho und Giordano Bruno geglaubt hätten. In einem letzten Brief an Brengger meldet er trauernd die Verbrennung von Bruno und spricht seine Überzeugung aus, die Seele sei nur halb materiell, halb aber ein Strahl von Gott.

Ziemlich zahlreiche Briefe hat er mit Engländern gewechselt. So mit einem englischen Edelmann namens Edmund Bruce, der in Italien lebte und Magini, auch Galilei kannte, aber Kepler seine ganz besondere Bewunderung ausdrückt. „Es gibt niemanden auf der ganzen Welt, mit dem ich mich lieber bespreche, als mit Euch.“ Leider hätte er auch hören müssen (von Feinden Galileis offenbar!), daß Galilei Keplers Entdeckungen seinen Zuhörern als die seinen vortrüge. Im Brief vom 15. August 1602 heißt es: „Galilei sagte mir, daß er Euch geschrieben und auch Euer Werk erhalten habe — was er allerdings Magini gegenüber abgeleugnet hat; ich habe ihn getadelt, daß er Euch allzu mäßig lobe. Denn ich weiß ganz sicher, daß er Eure und seine eigenen Entdeckungen seinen Zuhörern und anderen vorträgt.“ Und noch einmal, am 21. August 1603: „Galilei besitzt Euer Werk (das „Mysterium Cosmographicum“) und trägt Eure Entdeckungen seinen Zuhörern als die seinen vor.“ Keplers Antwort ist seiner Größe wert: „Ich gratuliere mir mit gutem Grund dazu, in Euch einen so freundlichen Herold meines Ruhms in Italien zu besitzen . . . Galilei halte ich mit nichten zurück, meine Sachen für sich in Anspruch zu nehmen. Meine Zeugen sind das helle Tageslicht und die Zeit. . . . Beim großen Haufen Einbuße erleiden ist eine kleine Einbuße, zumal für den, der sich die Wahrheit und die Ehre Gottes des Schöpfers als höchstes Ziel gesetzt hat und nicht den eigenen Ruhm. Mögen diese und andere Geheimnisse

Gottes die Garamanten und die Inder vernehmen, mögen sie auch meine Feinde verkünden, mag auch mein Name vergehen, wenn nur der Name Gottes dadurch erhöht wird. . . . Lebt wohl, und bleibt mir gewogen! Grüßet Magini und Galilei.“ Wir wollen nicht verschweigen, daß Edmund Bruce mit einem sehr interessanten Briefe antwortet, der in seinen feinen Spekulationen über den Bau des Weltalls sich als ganz vom Geiste Keplers erweist.

Auch an Sir Christopher Heydon, der sich sehr für Astrologie ins Zeug warf, finden wir einen längeren Brief. „Wenn es etwas gibt,“ schreibt er, „was den himmlischen Sinn des Menschen an diesen unseren verstaubten Verbannungsort fesseln und ihn damit ausöhnen kann, so daß man sich freuen mag zu leben, so ist es wahrhaftig dieser Genuß“ (der mathematischen Wissenschaften). Er gratuliert dem englischen Volk zu William Gilbert und der von ihm aufgestellten Lehre vom Magnetismus; denn diese habe sich ihm auch beim Planeten Mars enthüllt. Er fetzt dann seine beherrschende Stellung zu Tycho und namentlich seinen Erben auseinander, handelt dann weiter von der Stella Nova, von der Astrologie und den Aspekten, auch von der Musik. Wir hören auch, daß Kepler schon 1605 mit dem Gedanken umging, die „*Harmonice Mundi*“ an Jakob I. zu widmen. Wir freuen uns weiter, auch einen Brief an Thomas Harriot zu finden, einen der bedeutendsten wissenschaftlichen Köpfe des damaligen Englands; auch an den König von England selbst wendet er sich jetzt schon, wegen der Stella Nova, die ja Könige besonders beachten müßten; er sucht auch den König zu bewegen, seine strenge Zensur der Astrologie zu revidieren. Er nennt ihn hier „*sapientissimus et doctissimus rex*“. Wir sind hier ausnahmsweise nicht ganz auf Keplers Seite, aber Keplers Worte mögen Jakob I. getröstet haben über das Diktum Sullys, der ihn „*l'âne le plus docte de toute l'Europe*“ genannt hatte.

Andere Briefe gehen an Fürsten, wie Maximilian von Bayern (Überreichung der Optik), an August von Anhalt (Diskussion über musikalische Intervalle), an den Markgrafen Georg Friedrich von Baden (die Stella Nova und die Stellung der protestantischen Fürsten), an seinen eigenen Landesfürsten, Herzog Johann Friedrich von Württemberg — die ewige Sehnsucht nach der Heimat! Ein Brief geht nach Frankreich, an Nautonnier in Paris, wobei wir hören, daß Kepler nicht eben leicht Französisch lese; ein erstaunlicher Brief mit einer grotesk mystischen Ausdeutung des goldenen Schnittes als Symbol von Mann und Frau an den Professor der Anatomie Joachim Tanckius in Leipzig. Ein scharfer Brief geht an Longomontan, einen der Tychonianer, die ihm das Leben sauer machen, darunter eben dieser einstige Gehilfe Tychos, und noch mehr des großen Dänen so viel kleinerer Schwiegerohn, Tegnagel aus Westfalen. Tegnagel hielt Wache über Tychos Beobachtungsschätze „wie ein Hund an der Krippe, der zwar selber kein Heu frißt, aber auch anderen keines überläßt“, und hat das Erscheinen von Keplers „*Astronomia Nova*“ jahrelang verhindert. Longomontan hatte die Stirn, Kepler zur Rechenschaft zu ziehen, was er denn eigentlich für das ihm bewilligte Geld fertiggebracht habe. Nun, was er fertigbrachte, war der „*Temporis partus maximus*“ — der wirkliche, nicht der Baconsche —, die „*Astronomia Nova*“.

VI.

So sind wir wieder an einem Höhepunkt in Keplers Schaffen und Korrespondenz angekommen. Trotz aller Schwierigkeiten erschien dieses epochemachende Werk, auf das hin so viele Stellen seiner Briefe in letzter Zeit konvergiert hatten, im Jahre 1609. Nun liegen die unvergänglichen Gesetze der Planetenbewegung offen vor der Welt: das Flächengesetz, die Ellipse, die Sonne im Brennpunkt — der Sol Imperator Rex — die Herrscherin durch ihre Anziehungskraft in der Planetenwelt, in ungeheurer Rotation die Planeten mitschleppend, mit quadratisch (vielleicht auch kubisch) abnehmender Kraft (Frisch III, 309), im Verhältnis der Masse, mit derselben Kraft, die den Stein an die Erde bindet und die Fluten des Meeres an den Mond — also eigentlich schon das ganze Gravitationsgesetz, nicht nur in nuce, sondern schon in vollkommener Ausbildung. Mit Recht ist hier die rhetorisch pompöse Widmung an Kaiser Rudolph aus Professor Caspars Übersetzung der „Astronomia Nova“ wieder zum Abdruck gebracht, in der Kepler von der größten Heldentat seines Lebens berichtet: er schleppe jetzt nach hartnäckigem Kampf mit dem starken und listigen Gegner den Mars selbst gefesselt vor den Thron seiner Kaiserlichen Majestät.

Und abermals erscheint nun der größte seiner Korrespondenten wieder: Galilei. Wenn 1609 ein Jahr des Triumphes für Kepler war, der mit gewaltiger Energie und Denkerkraft die Gesetze der Planetenwelt unter Zugrundlegung des kopernikanischen Systems ein für allemal festgestellt hatte, so war 1610 das Jahr des Triumphes für Galilei. Er hatte als Erfter das Fernrohr gen Himmel gerichtet und da dem schauenden Auge die wundervollsten Dinge gezeigt: Jupitermonde, Phasen der Venus, Berge des Mondes, Dreigestalt des Saturn, und hatte der Welt seinen Nuncius Sidereus, den Boten aus der Sternenwelt, geschenkt. Niemand haben diese Dinge in freudigere Erregung versetzt als Kepler. Während Galileis italienische Gegner ihn verbissen bekämpften, ist Kepler laut und jubelnd für ihn in seiner *Dissertatio cum Nuncio Sidereo* eingetreten, und das hat abermals einen sehr interessanten Briefwechsel zwischen diesen zwei größten Geistern ihrer Zeit (nur einer der Zeitgenossen darf sich noch als Peer mit ihnen messen — doch das war ein Dichter!) — eingeleitet, der natürlich zu den Glanzstücken unserer Sammlung zählt. Es tritt dazu, daß auch Kepler auf die erste Kunde von der Erfindung eines Fernrohres, genau wie Galilei, selbst ein solches konstruiert hat, und zwar noch ein besseres, das treffliche Dienste leisten konnte, und daß er nun eine als klassisch geltende Dioptrik schrieb. Schon in der Vorrede an den Erzbischof und Kurfürsten Ernst von Köln spricht er von den Wundern der „*Arundo dioptrica*“ und dem „*speciosissimus triumphus*“ Galileis. Die prächtige Vorrede an die Leser ist wieder ein Glanzstück und die Herausgeber haben sie uns nicht vorenthalten. Kepler ist hier wieder voller Begeisterung über die neuesten Fortschritte seiner herrlichen Wissenschaft. Und wie schön leuchtet gerade hier aus dem Jubel über Galileis Entdeckungen Keplers Charakter hervor! Kepler ist einer der herrlichen Menschen, die den Neid nicht gekannt haben. Wohl aber edlen Wettstreit, und gewiß durfte er

denken, daß die „Vis ingenii“, die „Vis causarum lege geometrica demonstrandarum“, mit der er seine Astronomia Nova und seine Dioptrik schrieb, über den rein okularen Triumph Galileis fand.

VII.

Schwer greift in diese glänzenden Leistungen dann wieder des Lebens Not, Mühsal und Tragik ein — der Saturn neben der Sonne! Am 3. Juli 1611 trat tiefe Trauer an ihn heran mit dem Tode seiner Frau; die materiellen Sorgen werden dringender und dringender; er kann seinen rückständigen Gehalt nicht bekommen und dieses Leitmotiv, das schon seit Jahren erklingt, wird die folgenden Jahre fort dauern und immer heftiger, klagender und bitterer werden. Kaiser Rudolph ist abgesetzt, und trotzdem Matthias ihn als Kaiserlichen Mathematiker bestätigt (mit der glänzenden Befoldung von 25 fl.), fühlt er, daß seines Bleibens in Prag nicht mehr lange sein kann. Mit dem Preis seiner verstorbenen Frau und seinen Sorgen ist sein letzter Brief aus Prag angefüllt und der 2. Band beginnt nun mit einem neuen Leben in Linz. Auch nicht fröhlich. Seinem frommen, überzeugungstreuen Christenherzen war ein bitterer Schlag veretzt worden, da ihn der lutherische Pastor in Linz vom Abendmahl ausschloß. Jahrelang wurmte es Kepler: es sei ihm ja jetzt das Brandmal eines Häretikers aufgebrannt, klagt er unterm 26. April 1615; er appellierte an das Konfistorium in Stuttgart und von da ging die Sache wieder an die theologische Fakultät nach Tübingen — doch er blieb ausgeschlossen, da das „Letzköpflin und Schwindelhirnlin“ sich das calvinische Gift nicht austreiben ließ. Die Rückstände sind jetzt auf 4250 Taler angewachsen, wie foll er da das gewaltige Werk der Rudolphinischen Tafeln vollenden und in Druck bringen!

Doch sorgt gerade der Briefwechsel aus dieser Zeit auch für den Humor. In einem Brief an eine unbekannte Frau verteidigt er sich gegen den Vorwurf, er hätte seine erste Gattin nicht gut gehalten. Es müßte ja vielleicht schimpflich lauten für eine vornehme Dame, sich „Frau Sternseherin“ heißen zu lassen; aber er sei doch bestallter Mathematicus, Philosophus und Historicus, und so gut wie die vielen Schreiber sei ein Sternseher auch, wenn er auch keinen „Rathstitul“ habe, den er jedenfalls für sich nicht erstrebe. Auch habe er nie seine Frau übel gehalten oder mit hochfönnigen Dingen gepeinigt. „Ein nichts werder mensch muß es sein, der mir nachsagt, das Ich die gantze Zeitt unferer ehelichen beywohnung sie mit dem geringesten Finger angerühret oder mit einem einigen Schmachwort zu Irer belaidigung angetastet, oder das auch sie einigem Menschen yber meine Untreu geklagt habe.“ Er gibt zu, es habe schon manchmal Händel gesetzt; sie sagte wohl gelegentlich: „Ich sey widerwärtig, foll auff meine bücher schauen. . . . Das ist wohl oft geschehen, wan Ich gestudirt hab und sie mich zun Unzeiten von hausachen angeredt hatt, dan sie hatt khain ordnung gehalten und Ich hab auch streng studiren müessen.“ Und am we-

nigten sei wahr, daß er sie in Religionsfachen zerrüttet und irre gemacht habe, er habe ja in seinen Disputationen mit den Predigern deswegen immer extra lateinisch geredet. Sie hätte auch keine Freude an Kontroversen gehabt, „sondern nur allain in Bettbüchern ist sie tag und nacht gesteckhet, und hatt sie nit nur von andacht, sondern auch von lust wegen gelesen.“ Ein solcher Verdacht sei ihm wohl nur durch die Prediger, oder ihre fürwitzige Weiber, die alles wissen müssen, verursacht worden. Summa summarum: „Es hatt wol vil beißens und zürnens gefetzt, ist aber nie zu khainer feindschaft khommen, khains hatt das andre nie hoch verklagt, wir haben zu baiden Thailen wol gewußt, wie unfere Hertzen gegen einander seyen.“

Noch amüsanter ist ein Brief an einen Baron von Strahlendorf in Prag, von der menschlichen, allzu menschlichen Seite aus wohl der merkwürdigste von der ganzen Sammlung. Bei der Sorge um seinen Haushalt und seine Kinder mußte sich der Sternfeher um eine neue Frau umsehen und die Nöte in der Auswahl von elf Kandidatinnen, die ihm nachgewiesen, angetragen, gepriesen, abgeraten werden, bilden den Inhalt, und die Vereinigung von subjektiver und objektiver Komik in der Schilderung dieser Bräute macht den Brief zu einem Unikum. Auf eine höchst spekulativ-philosophische Einleitung folgt die Polonaïse dieser Heiratskandidatinnen. Die erste ist bereits Mutter dreier Töchter und eines Knaben, auch ein Schwiegerohn ist bereits da. Als zweite kommt eine der übrigen Töchter in Betracht, am liebsten die jüngere, glänzend und im Luxus erzogen. Die dritte hat er in Mähren auf der Reife aufgegebelt, gefällig, wohl erzogen, kinderfreundlich; aber es kommt heraus, daß ein früherer Liebhaber sie wegen einer Dirne verlassen hatte. Nr. 4 ist die erste Linzerin, wohlhabend, ernst, hohen Wuchses und athletischen Körperbaues; fast hätte er sie genommen, da kommt ihm die fünfte vor die Augen, ein herziges Mädchen, eine Waise, arm, aber wohl erzogen und aus Liebe, Bescheidenheit, Fleiß und Sparsamkeit zusammengesetzt: man merkt, hier ist das Herz beträchtlich affiziert. Nr. 6, von der Rögel, seiner vornehmen Stief-tochter „dem Herrn Vatter“ angeraten, des Herrn Einpacher Tochter — natürlich vornehme, wohlhabende Familie. Nr. 7 vornehm, sparsam, schön, aber zahlreiche, unbemittelte Familie. Nr. 8 das Mädchen nicht sehr hübsch, aber ehrbare Mutter und Familie, die gern hochkommen möchte, bescheidenes Gebaren, aber immer schwankend wie er selber. Nr. 9 vornehm, wohlgestaltet, häuslich, aber lungenkrank, wenig Mittel, darum Keplers Zurückhaltung; Nr. 10 vornehm, reich, sparsam, aber häßlich, dick und fett (während er selber schwächig, saftlos, mager war). Endlich Nr. 11 noch einmal reich, vornehm, sparsam; aber nach vier Monaten der Werbung heißt es, sie sei noch zu jung. Nach dieser Teichoskopie hat er genug. „Nachdem ich so die Ratsschläge aller meiner Freunde erschöpft hatte, kehrte ich im Augenblick meiner Abreise nach Regensburg zur fünften zurück, gab ihr mein Wort und erhielt das ihre.“ Er ladet Baron Strahlendorf zur Hochzeit ein; sie sollen im Goldenen Löwen zu Efferdingen getraut werden, seine Braut wird ihm übergeben werden aus den Händen einer Familie, deren Name bald danach in Osterreich und im ganzen deutschen Vaterlande, ja in ganz Europa herrlichsten Klang erlangen sollte, der Familie der Grafen von Starhemberg. Der große Astronom

ist auch dafür belohnt worden, daß er trotz allem Abraten aus Liebe und Mitleid ein braves, armes Mädchen geheiratet hat; Susanna Reuttinger ist ihm ein treues, wackres, liebendes Weib geworden, hat Freud und Leid redlich und treulich mit ihm geteilt, und hat das prächtige Portrait, das ihr großer Gatte am Schluß dieses Briefes von ihr entwirft, voll gerechtfertigt. Und der große Spekulierer und Philosoph weiß jetzt auch, warum unser Herrgott ihn an elf — sage und schreibe elf! — Weiber hat denken lassen. Er sollte fehen lernen, daß hoher Stand, Reichtum, Verwandtschaft, wovon sich bei feiner Susanna nichts fand, zu verachten feien neben den Tugenden dieses einfachen, braven Mädchens.

VIII.

Noch am Anfang dieses zweiten Bandes taucht auch zuerst der Name eines Korrespondenten auf, der sich im Verlauf immer prächtiger und lebenswürdiger entpuppen wird, der treffliche Matthias Bernegger, Professor der Geschichte an der Straßburger Univerfität und nebenbei Mathematiker; etwas späterhin auch sein „zter Bernegger“ — das höchste Lob, das er erteilen kann, Wilhelm Schickard in Tübingen, Professor der Hebräifchen und der Mathematik: damals konnte man es sich noch leisten, Vertreter völlig auseinanderliegender Fächer zu sein. Eine große Zahl weiterer Korrespondenten schließt sich dann an, und natürlich bilden im zweiten, wie im ersten Band höchst zahlreiche, wissenschaftliche Probleme und Nachrichten über die Entstehung und fortschreitende Entwicklung feiner Werke ein Hauptthema der Briefe. Aus dem Jahre 1613 handelt ein Brief an den Jesuiten Odo van Maelcote aus Belgien über Sonnenflecken und Rotation der Sonne; in demselben Jahre wird das Problem der Kalenderreform akut und wir finden sein Urlaubsgesuch nach Regensburg, wo er vor dem Reichstag als Kundigster über diesen Gegenstand sprechen soll. Das gleiche Jahr war ein äußerst ergiebiges Weinjahr in Osterreich; zahlreich kamen die Fässer die Donau herauf in Linz angefahren. Kepler ist erstaunt über die primitive Berechnung ihres Kubikinhalts und schreibt nun seine „Stereometria Doliorum“, und auf deutsch die „Messekunst Archimedis“, und widmet das eine, deutsche, Büchlein mit besonderem Humor den „Ehrenvesten Bürgermeistern, Richtern und Räten“ feiner Provinz, denen darin „seine gebietende Frau, die Geometria, aller Obrigkeiten uraltes Mütterlein ihren Gruß entbietet, mit Vermeldung, daß sie das gantze Land Osterreich, sonderlich von deß edlen Rebenfafts wegen, vor andern Ländern lieb habe und zu Auffzucht eines von Leibsgehalt und guten Sitten wol proportionirten Volcks großen Fleiß angewendet,“ das lateinische aber ein paar adeligen Großgrundbesitzern an Weinbergen, wobei er durchblicken läßt, daß er selbst keineswegs Prohibitionist sei und eine Gabe aus dem Reich des Gottes Dionyfos ganz gern in feinem Keller einlagern würde.

Vorwürfe wegen Saumseligkeit treten wieder an ihn heran; Fabricius hatte öffentlich Kepler zur Herausgabe der Rudolphinischen Tafeln aufgefordert und eine tüchtige Abfuhr dafür bekommen: Kepler stellt ihm

das Zeugnis aus, daß der auffällige Frieſe nach ſeinem herausfordernden Gebaren die „Schnauppen“ wieder einziehen müſſe. Aber auch die hohen Verordneten von Oſterreich ob der Enns ſahen dieſe Faßmeſſungen nicht gern (daß Kepler hier ein Vorläufer der herrlich aufblühenden Integralrechnung wurde, konnten die Herren ja natürlich nicht ſehen); er ſoll jetzt excluſiv entweder an die Landmappam oder die Rudolphiniſchen Tafeln gehen. Das ſei nicht ſo einfach, gibt Kepler den hohen Herren zu verſtehen, ſelbſt zu der Landmappa gehöre wahrlich Zeit, Mühe, Unkoſten und geduldige und langwierige Nachfrage an Ort und Stelle. „Apianus hatt mit Bavaria acht Jahr zugebracht, bey 6000 fl. verzehrt, iſt gleichwol nit aller orten in der perſon gewest.“ Und die Herren mögen ſelber wiſſen, daß „die Tabulae astronomicae ein Wolbedächtliches Hauptwerckh ſein müeſſen und gar nit wie ein Comedi vber nacht anzustellen, oder wie ein poema auff bloßen einfallen beſtehe, oder wie ein Commentarius super Aristotelem auß dem Ermel zu ſchüttelen. . . Copernicus hat 27 Jahr zugebracht, ehe er ſein „opus Revolutionum und Tabulas“ ans licht gebracht. An den Tabulis Rudolphi hatt Tycho Brahe albereit 38 Jahr, nämlich biß in ſein Gruben, und zwar jeder Zeit mit Hülf 10. 20. 30 studiosorum gearbeitet.“ Der Ärger über dieſe Anzapfungen weicht aber auch wieder dem Humor. Als er Buch V—VII der „Epitome Astronomiae Copernicanae“, dieſes vielen Generationen als klaſſiſch dienenden Lehrbuchs der Aſtronomie, den Ständen von Oſterreich ob der Enns widmet, entſchuldigt er die Verzögerung: die Aſtronomia ſei eben eine Dame, die brauche etwas lang, bis ſie mit ihrem Schmuck fertig und zufrieden ſei. Und es ſei auch kein Unglück, ſie ſei durch dieſe Verzögerung doch tatſächlich nur ſchöner geworden.

Einen ſeiner ſchönſten Briefe bekommen wir, als man in Bologna mit dem Plane umging, ihn als Nachfolger Maginis zu berufen. Er iſt ſtolz auf den Ruf an dieſe ehrwürdige Univerſität, „der Metropole aller hohen Schulen Europas, die wahrhaft eine Mutter der Wiſſenſchaften iſt und die ich in beſonderer Weiſe hochſchätze und verehere.“ Aber jetzt noch in ein fremdes Land zu ziehen, ſei zu gewagt und unſicher. „Ich bin ein Deutſcher, der Abſtammung und der Gefinnung nach, mit den Sitten der Deutſchen verwachſen, mit ihnen durch Bande des Lebens verbunden, ſo daß ich, auch wenn der Kaiſer ſeine Einwilligung gäbe, nur mit größter Schwierigkeit meinen Wohnſitz von Deutschland nach Italien verlegen könnte.“ Nicht der hohe Ruhm, nicht die Schönheit Italiens, nicht finanzielle Vorteile würden ihn alſo leicht locken; „dazu kommt, daß ich von Jugend an bis in mein gegenwärtiges Alter als Deutſcher unter Deutſchen eine Freiheit im Gebaren und in der Rede geſonnen habe, die in dieſem Maße in Bologna vielleicht nicht vorhanden wäre.“ Und zudem iſt er kaiſertreu bis in die Knochen: „Wenn nun durch des Kaiſers Wille wie bisher ſo auch fernerhin dem Erweis deutſcher Tüchtigkeit (ad demonstrandum Germanicam virtutem) Raum gegeben wird, ſo wißt Ihr wohl, daß dieſer eine ſo große Kraft innewohnt, daß ſich kein Soldat durch Kriegsabenteuer, kein Gelehrter durch noch ſo hohe Verſprechungen von ſeinem Kaiſer, wenn dieſer abwinkt, wegziehen läßt. . . Una haec homine Germano digna cogitatio!“

IX.

Und wieder tritt an ihn, auf diesem glänzenden Höhepunkt angekommen, potenzierte Sorge und Qual heran, ja wohl die bitterste Qual feines Lebens, die jahrelang anhält und seinen Mut und seine Pietät in glänzendstem Licht erstrahlen läßt: der skandalöse Hexenprozeß, in dem er in angeltrengefter, aufregendster Arbeit die eigene Mutter vom Tode des Verbrennens rettete. Wir werden nicht auf die schmachvolle Wirtschaft dieser Vögte und verlogenen und verhetzten Zeugen, die jämmerliche Verschleppung und die graufame Quälung des armen Weibes im Gefängnis eingehen; aber eines heben wir hervor: als (auf ein Gutachten der Tübinger Juristenfakultät hin!) die 74jährige Frau der Prozedur der „Territion“ unterworfen werden sollte und der Henker ihr die Werkzeuge der Tortur und ihre Handhabung, die nun gegen sie vorgenommen würde, grauenhaft vorzeigte, da hat das großartige Weib gesagt: wenn man ihr schon auch eine Ader nach der anderen aus dem Leib herausziehen sollte, so wüßte sie doch nichts zu bekennen; damit sei sie auf die Knie niedergefallen, habe ein Vaterunser gebetet, Gott möge ein Zeichen tun, wenn sie eine Hexin oder Unholdin sei und jemals mit der Hexerei zu tun gehabt habe. Sie wolle auch darauf sterben, Gott werde die Wahrheit an Tag geben und die Zeugen noch strafen; sie wolle ehender sterben (heißt hier: verbrannt werden!), ehe sie auf sich selbst die Unwahrheit reden wollte. Wahrhaftig, wenn auch Katharina Guldenmann ihre Fehler gehabt haben mag und vielleicht ein allzu reges Mundwerk führte, die Frau war wert, die Mutter eines Kepler zu sein, und die schwäbische Tapferkeit und Furchtlosigkeit hatte er offenbar ebenfugot von dieser Mutter, der Schultheisentochter von Eltingen, wie von seinen Ahnen väterlicherseits, welche von Kaiser Sigismund auf der Tiberbrücke in Rom zu Rittern geschlagen wurden. Den Fluch der „Käpplerin“ aber nimmt die Nachwelt auf: niemand wird es geben, der nicht das Dirnen- und Diebspack, die Reinholdin, ihren Bruder, den Kräutle von Tübingen (des Richters Dutzbruder!), den Schinder und die Schinders-Burga zusamt den Vögten von Leonberg und Güglingen verfluchte. Es scheint, das ganze Kläger- und Richterpack ist straflos ausgegangen; leider war der Herzog von Württemberg kein Kambyfes!

Der Prozeß mit seiner physischen und seiner psychischen Qual hatte Kepler stark in der Arbeit behindert. Und es ging gerade jetzt wieder ein Wunderwerk seinem Abschluß entgegen, in dem dichterische Vision und mathematische Leistung abermals beide in gleichmäßiger Stärke vertreten waren: sein drittes Gesetz kann er jetzt der Welt verkünden, zugleich in Verfenkung in die mythischen Eigenschaften der regulären Polygone, der rationalen Kreisteilung, der Intervalle der Töne, einen Traum von der Harmonie der Welten träumen, von einem glorreichen Tanz der Planeten um die Sonne mit wundervoller Musik in ihrem Gang. Aufs neue tritt der große Mystagoge vor uns hin und zaubert dem innern Ohr die wundervolle Phantasmagorie einer Weltenfuge vor, so fein und tief das All durchdringend, daß sie nur dem Ohre Gottes vernehmlich sei. Und die Beziehung der Sonnendistanzen der Planeten zu ihren Umlaufzeiten, die schon im Mysterium in Annäherung anklingt, hat ihre end-

gültig genaue Formulierung gefunden in der Aufweisung eines quadratisch-kubischen Verhältnisses, der berühmten Formel, bei der der größte seiner Nachfolger einsetzte und nach dem Moses Kepler den Ruhm des Josua in der Astronomie erntete, dazu dann freilich noch mit seiner Infinitesimalrechnung und seiner analytischen Mechanik den strahlenden Ruhm des modernen Archimedes.

Wir wundern uns nicht, daß auch England Kepler haben wollte; zweimal ergeht der Ruf an ihn: Sir Henry Wotton, der Gesandte Jakobs I., hätte ihn gern für sein Land gewonnen. Auch ist die „Harmonik“ bekanntlich dem König Jakob I. gewidmet, dem Salomo Englands, wie er sich so gerne nennen ließ. Ob er sie wohl verstanden hat? Sein übermäßig belobter Kanzler Bacon war jedenfalls nicht der Mann, sie ihm zu erklären! Die Vorrede an den englischen König ist, wie immer, sehr interessant, aber nie hat sich Kepler schlimmer getäuscht in seinen Erwartungen; er hofft auf baldiges Ende des Krieges: er hat noch 29 Jahre gedauert! Er hofft, daß Jakob der Fürst des Friedens werden würde: Britannien habe er ja schon vereint, hoffentlich so einstens auch die Konfessionen! Wie weit war auch das gefehlt, und wie schlimm hat Jakob I. die Hoffnungen Keplers und seines eigenen Landes enttäuscht!

X.

Auch nach diesem neuen großen Meisterwerk der Harmonik geht die Arbeit unentwegt weiter; die große Verantwortung für die Rudolphinischen Tafeln lastet immer noch schwer auf ihm. Er verläßt Linz, um sich in Ulm ganz dem Drucke zu widmen; er ist in größten finanziellen Schwierigkeiten (*certis gradibus ad inopiam proficiscor* — Frißch VI, 634) und sieht kaum, wie er den Drucker bezahlen soll; doch es ist Ehrenpflicht gegen Kaiser Rudolph, die Tafeln herauszubringen, wenn er schon die bedungenen Gelder nie erhält, und seine rastlose Mühe und Tapferkeit schafft auch dieses Werk, von dem sein getreuer Pylades Bernegger sagt, daß es den Genius aeternitatis in sich trage.

Viele kleinere und auch umfänglichere Werke schafft noch der Unermüdliche; unermüdlich rührt sich auch seine Feder in seinen Briefen. In den nächstfolgenden aus dieser Zeit spielt natürlich der Druck der Rudolphinen eine große Rolle; Erkundigungen, ob die (kopernikanisch orientierte) Harmonik in Italien verkauft werden dürfe, wechseln mit Klagen über verkrachte Drucker; wir hören von der Drucklegung der Ephemeriden, von Plutarchs *De facie Lunae*, von seinem eigenen Traum vom Mond. Neue Gestalten und Korrespondenten treten auf, der sympathische Landgraf Philipp von Hessen, der in Butzbach selbst ein Riesenfernrohr erbaut hatte; der Kaiserliche Rat Wacker von Wackenfels, ein höfischer Gönner von Kepler; Tübingen freilich rührt sich kaum mehr: Mästlin schweigt fast ganz und nur von dessen Schüler Johann Strauß hören wir von dem Verfall der Mathematik in Tübingen; der treffliche Hebräer und Mathematiker Schickard beklagt sich selbst über seine Zurücksetzung und Kepler muß ihn trösten. Hinter der kleinen Not des Einzelnen steht die

gewaltige Not des 30jährigen Krieges, von der die ganze zweite Hälfte des Briefwechsels durchzogen ist. Die Religionsdifferenzen werden durch eine größere Zahl von Briefen drastisch beleuchtet. Wie eigen, fest und auf sich selbst gestellt Kepler in religiösen Dingen dachte, wissen wir schon; Tübingen ebensowohl wie alle Ausichten in Österreich hat er sich durch seinen unwandelbaren Glauben verdorben. Kepler hatte viele Verbindungen mit dem Jesuitenorden, der sich in hervorragender Weise auch mit Mathematik und Astronomie beschäftigt hat. Sie hätten ihn wohl gerne zu sich herübergezogen, Kepler blieb fest und schroff ablehnend. So setzte es scharfe Worte von Kepler an Pistorius ab, worauf der Letztere antwortete: „Ich möchte wünschen, daß Ihr die Theologie aus dem Spiel laßt, da Ihr von dieser sicherlich nichts versteht. Ihr dichtet den Katholiken Dinge an, die sie nie gedacht haben. Ich werde über diesen Gegenstand hinfort kein Wort mehr zu Euch sagen. Doch werde ich Euer Freund und Diener sein, da Eure mathematische Bildung und Euer vortreffliches Genie es verdient.“ Und ein eingehendes Bekenntnis legt er auch gegen den bekannten Mathematiker Guldin vom Jesuitenorden ab, wie auch gegen Mästlin: auch er nenne sich katholisch, aber von der römischen Kirche weiche er ab in so und soviel Punkten. Versöhnlich und menschlich schön aber klingt es doch durch diese Briefe hindurch, daß sie sich alle, trotz des verschiedenen Glaubens, einstens im Himmel wiederzusehen hoffen. Hat doch Kepler schon bei Maginis Tod so schön nach Bologna geschrieben: „Möge es ihm im triumphierenden Chor der seligen Geister ewig gut ergehen!“

Ein jeder mag nach seiner Einstellung über Einzelheiten in Keplers dogmatischen Ansichten urteilen wie er will; über sein Verhältnis zur Religion kann nur ein Urteil herrschen: seine Glaubensstreue und Charakterfestigkeit, die keine irdische Lockung wankend zu machen vermag, bildet ein weithinleuchtendes Fanal, für Starke und Schwache zugleich, und, was für unsere so weithin und entsetzlich antireligiös eingestellte Zeit besonders zu beachten, diesen hohen Geist, doch sicher einen der allergrößten, haben gerade seine Entdeckungen — und schönere, größere, tiefere hat kein Mensch je gemacht — zu dem Glauben gebracht, daß hinter den Wundern dieser sichtbaren Welt eine ungeheure geistige, göttliche, für uns Menschen unfaßliche und unermesslich großartige Kraft stecken müsse, die diese wunderfame Ordnung und Herrlichkeit des Weltalls geschaffen. Was gilt neben dem Zeugnis solchen Geistes die Meinung und das Geplärre bolschewistischer Ignoranten?

XI.

Und nun geht dieses große Leben langsam seinem tragisch ergreifenden Ende entgegen. Die finanziellen Sorgen und Nöte hatten für Kepler ihren Höhepunkt erreicht. Der Kaiser weist ihn um Auszahlung seines Gehaltes an die Städte, an Kempten, Memmingen, Nürnberg; Kempten und Memmingen zahlen kleinere Summen, aber Nürnberg nicht: es hätte jüngst erst 100 000 fl. an Wallenstein zahlen müssen. Nun greift noch einmal eine der großen Schicksalsfiguren der deutschen Geschichte in Keplers Leben ein. Wallensteins Aufmerksamkeit war schon früher auf Kepler gelenkt

worden; der Astronom hatte das Horoskop des großen Feldherrn gestellt und Wallenstein glaubte in ihm richtige Voraussagungen zu erkennen. So wies ihn nun der Kaiser in dieser Not an den mächtigen und reichen Heerführer, und Kepler zieht jetzt mit seiner ganzen Familie noch einmal um, zum letzten Mal in seinem bewegten Leben, nach Sagan in Schlesien. Stark bedrückt ihn da die Einsamkeit, aber er hat auch manch stilles Glück: ein Ruf nach Rostock hat ihn wohl erfreut, wenn er ihn auch nicht annahm, und noch einmal schien die Sonne durch die Wolken, bei der Heirat seiner liebsten Tochter Susanna, feines Suschens — ein ihm doppelt teurer Name! Schon 1627 hatte ihm der getreue Bernegger in Straßburg, welche Stadt Kepler bereits früher mit einem Ehrenbecher beschenkt hatte, einen seiner schönsten Briefe geschrieben: es waren Verhandlungen im Gange, für ihn eine Stellung an der Universität in Straßburg zu erlangen und Bernegger schreibt: „Wenn es Euch belieben würde, unsere Stadt dadurch zu ehren, daß Ihr sie als Wohnsitz wählt, so zweifle ich nicht, daß Ihr bei allen ein höchst willkommener Gast sein würdet. Wenn ich es auch nicht hoffen kann, so wünsche ich doch herzlich, Euch zu bekommen. Ich habe ein hinreichend großes, luftiges Haus und einen sehr schönen Garten. Ich biete Euch recht gerne zwei heizbare Räume, ein Schlafzimmer, einen Keller und eine getrennte Küche, sowie die Hauptsache ist, größte Bereitwilligkeit in den Diensten der Gastfreundschaft an, wenn Ihr kommen wollt. Als Hauszins kann mir nichts wertvoller sein, als die tägliche Aussprache und Unterhaltung mit Euch . Vale virorum *ἔσοχώτατε!*“ Hat der befehene Bernegger an das homerische *ἔσοχος ἀνθρώπων κεφαλῆν* gedacht, das so trefflich auf Kepler paßt? Und jetzt, im Jahre 1630, wo Kepler so weit weg in Schlesien ist und seine Susanna sich mit dem trefflichen Doktor Bartsch, Keplers Schüler, dem eine Professur der Mathematik in Straßburg winkt, vermählen soll, übernimmt Bernegger großmütig und feinfühlig die Stelle als Brautvater. Schon unterm 18. Januar 1630 schreibt er Kepler, wie er sich an dem Anblick und der Unterhaltung mit diesem bescheidenen, frommen, schönen und ungewöhnlich klugen Mädchen freue. Zehn Tage nach der am 2. Februar 1630 erfolgten Trauung schreibt er Genaueres über deren Verlauf: der Hochzeitszug habe aus der Blüte der ganzen Stadt bestanden. Die Zahl der Zuschauer hätte eine ziemlich große Stadt füllen können und sein Suschen hätte im Geleit der Frauen wie der Mond unter den kleineren Gestirnen herausgestrahlt. Die Leute hätten mit den Fingern auf sie alle hingewiesen und das edle Paar einander gezeigt. „Glaubt aber nicht, daß diese Ehre allein dem Bräutigam und der Braut galt. Sie galt vor allem Euch. . . . Ich beglückwünsche Euch zu einem solchen Schwiegersohn und einer solchen Tochter von ganzem Herzen. Ihr könntet Euch keine besseren denken und wünschen!“

Die Tragik, die auf dieses Lichtbild folgt, daß Bartsch schon im jugendlichen Alter von nur 33 Jahren dahingehen sollte, hat Kepler nicht mehr erlebt; denn auf ihn selbst warteten schon die Keren des Todes. In Regensburg beim Reichstag wollte er in schwerer Sorge um seine Familie Hilfe und Recht suchen; vergebens — er holte sich dort den Tod. Wir lesen seine letzten Briefe; fast sein letztes Wort ist an den getreuen Bernegger: „Gott schütze Euch und erbarme sich des Jammers meines Vater-

landes.“ Ergriffen lesen wir die Briefe seiner Angehörigen und Freunde nach dem Tode, wie Schickard an Bernegger die Trauernachricht meldet, den Bericht von Stephan Lanfius über seine letzten Stunden, und das Herz erzittert uns, wenn wir lesen, daß Keplers Witwe trotz rührenden Appells an Wallenstein, wie auch zwei ihrer Söhne „in höchster Armut und Elend“ das Leben eingebüßt und die Töchter Kordula und Annamaria unferem Blicke überhaupt für immer entchwinden.

XII.

Was für ein buntes Wechselbild von einem Menschenchickfal ist an uns vorübergegangen! Schwere und schwerste Zeiten, die an die unferen gemahnen, die Sorge fast unzertrennliche Begleiterin auf der ewig ununterbrochenen Wanderung — inops, desertus, exul — inneres Leid in schwerer Menge, dankbare Pietät und Verehrung unerwidert (toties repulsam passus!), Tod der Gattin in geistiger Umnachtung, Tod des liebsten Kindes, die eigene Mutter vor der Tortur und dem Scheiterhaufen der Hexen, trotz ungeheurer, schier ungläublicher Arbeit Bezichtigung der Saumfeligkeit, das „Brandmal des Häretikers“, der lebenslange Ausschluß von der sehnfüchtig geliebten Heimat, und statt der Hilfe zu Regensburg „der graule Scherge Tod!“ Ein Leben schwerster Prüfung und eine wahre *via doloris!* —

Und dennoch, welches höchste Glück daneben und welch strahlendes Licht dahinter! Sein „herrlich und fürtrefflich Ingenium“ von Anfang an erkannt, sein schönes Schwaben mit seinen Klosterichulen und seiner ruhmreichen Universität (ihm teuer, wenn sie auch ihrem größten Sohne eine Stiefmutter wurde), mit 23 Jahren Grazer Professor, mit 30 Jahren zwar nicht Universitätsprofessor, aber „kaiserlicher Mathematiker“ — kann man sich für ihn einen schöneren Titel denken? — und weltberühmter Astronom, neben Tycho und Galilei als gleichgroß, ja bald als größer dastehend, im begehrten Verkehr mit den ersten Geistern Europas, Italienern, Engländern, Franzosen, Deutschen aus allen Gauen unseres Vaterlandes, mit Ehrengeschenken von Fürsten und Städten, Rufen und Einladungen zum Reichstag nach Regensburg, nach Italien und England, und vor allem herrlich und glücklich, wie er ein großes Werk nach dem andern herauswirft, die kostbarsten Schätze lachend austreut wie der Knabe Lenker:

„Bin die Verschwendung, bin die Poesie!“

So ist die *via doloris* zu einer *via triumphalis* geworden, und gerade bei Kepler erfüllt es uns mit größter Freude, daß die Tragik zur Glorie wurde. Darum, daß aus seinem ganzen Leben, und namentlich aus diesen Briefen, dem schönsten Spiegel seines Lebens, neben der mächtigen Geisteskraft auch solch ein herrlicher, liebenswürdiger Charakter herausleuchtet. Doch dies hat eben in dem vorliegenden Band bereits Professor Caspar so meisterlich und so ergreifend schön herausgestellt, daß mein Wort hier gerne verstummt. Ich will nur eines sagen. Es gibt Menschen, die man bewundert, und Menschen, die man liebt, und das Höchste haben sicherlich die Herrlichen erreicht, die man bewundert und zugleich auch liebt. Man

bewundert Galilei und Newton, die nächsten Compeers von Kepler, wegen ihrer gewaltigen Denkerkraft, aber das Herz rührt sich kaum dabei; Kepler jedoch liebt man, vor allem wegen des Adels seiner Gesinnung, und seiner edlen, liebenswürdigen Menschlichkeit. Er hat uns selbst eine Charakteristik von sich gegeben, ein Meisterstück in Worten, wie Dürers Selbstportrait im Bild, weit feiner und tiefer als irgendein „Charakter“ bei Theophrast oder La Bruyère. Professor Caspar hat uns dieses Charakterbild dankenswerterweise nicht vorenthalten, gerade so wie er selbst es gibt, mit all seinen Tugenden und Mängeln, so schön und menschlich, daß Kepler selbst die größte Probe der Liebe besteht, daß man nämlich selbst seine Fehler liebt. Wir lieben ihn, weil dieser Gewaltige sich uns in menschlichem Gewande zeigt, sich zu uns herabläßt, mittheilam wird, von seinen wissenschaftlichen und sonstigen Nöten redet, wir lieben ihn selbst wegen seines Verlagsens dem Leben gegenüber, wegen seiner Naivitäten und Ungeschicklichkeiten, wegen seiner reuevollen Rückzüge, wenn sein Temperament oder seine Spottlust, die er eingesteht, ihn zu weit hingerrissen hat, Rückzüge vor seinen wissenschaftlichen und weltanschaulichen Gegnern, wie vor — seiner Frau. Wir lieben ihn gerade wegen der Tragik seines Lebens, wie wir Schiller oder Mozart lieben — die drei Großen, deren Grab wir nicht einmal recht wissen. Wir lieben ihn auch wegen seines unverzagten Humors, seiner Treue, seiner Pietät und Dankbarkeit, seiner Verachtung der artes quaestuosae, der Schmeichelei, der cupiditas gloriae, seiner Achtung vor der Tugend und der Arbeit (in solo labore virtus spectatur!), wegen seines ungeheuren Fleißes und seiner Begeisterung: wahrhaftig eine anima Uranica — sein ganzes Leben dem Himmel zugewandt. Wir freuen uns, daß neben der Tragik ihm auch das höchste Glück zuteil geworden ist, das Menschenlos in sich tragen kann. In seiner reifsten Zeit, nachdem er schon die Astronomia Nova und die Harmonice Mundi hinter sich hatte, in der zweiten Auflage seines „Mysterium Cosmographicum“ (1621), hat er dieses Glück selbst ausgedrückt mit den unsterblich schönen Versen eines dem Ptolemäus zugeschriebenen Epigramms:

Οἶδ' ὅτι θνατὸς ἐγὼ καὶ ἐφάμερος· ἀλλ' ὅταν ἀστρῶν

Μαστεύω πυκινὰς ἀμφιδρόμους ἔλκας,

Ὅκ ἐτ' ἐπιψαύω ποσὶ γαίης, ἀλλὰ παρ' αὐτῷ

Ζῆνι διοτρεφέος πύμπλαμαι ἀμβροσίης.

So mit Zeus an der Göttertafel sitzen zu dürfen, ist wirklich höchstes Menschenlos und Kästner behält wohl Recht:

„So hoch war noch kein Sterblicher gestiegen

Als Kepler stieg —.“

Zwar haben Laplace und andere vermeint, es sei doch sehr zu bedauern, daß ein Geist wie Kepler sich so in völlig abstruse und okkulte Spekulationen verlieren konnte. Aber diese strengen, großen, kühlen Rechner der Aufklärungszeit haben eben nicht gesehen, daß Keplers Naturell so nah mit Poesie und Kunst verwandt ist, und daß ihm dies mit einem gewaltigen Plus statt eines Minus angerechnet werden muß. Gerade des-

wegen appelliert Kepler so an jeden, der künstlerisch veranlagt ist; die machtvolle Anlage seiner großen Werke gemahnt uns so stets an Werke der Kunst und sie lassen in der Phantasie und im Gefühl einen ähnlichen Gesamteindruck zurück: das „Mysterium Cosmographicum“ gemahnt uns an die Divina Commedia, die „Astronomia Nova“ in ihrem gewaltigen Kampf gegen den Mars an die Ilias und in ihren romantischen Irrwegen an die Odyssee, die „Harmonice Mundi“ an die Neunte Symphonie oder den „Sommernachtstraum“, die „Epitome Astronomiae Copernicanae“ nennt er selbst einen Hymnus für Gott den Schöpfer, den er als Priester Gottes am Buch der Natur verfaßt habe „als eine neue Art der Dichtung“, und jeder neugefundene Satz und der Jubel über ihn in Prosa und Versen klingt wie ein Epinikion Pindars. Dies ist für den Liebhaber der Dichtkunst ein Zauber, den man an keinem anderen großen Denkerwerk der Welt in solchem Maße findet wie bei Kepler, am ehesten noch bei seinem großen Geistesgenossen Platon. Und überhaupt, ist nicht viel des Scharfsinnigsten und Genialsten auch in neuerer Forschung Geist vom Geiste und Phantasie von der Phantasie Keplers, sowohl in der Fortbildung seiner scharf formulierten wissenschaftlichen Thesen, wie auch in der Wahlverwandtschaft mit seinem phantastischen, okkulten Ahnen und Glauben — all die wundervollen Entdeckungen in Mikrokosmos und Makrokosmos, der ungeheure Flug hinaus zu den Kugelhaufen und Spiralnebeln ebenso wie das inner-atomare Planetensystem und die geheimnisvollen Infinitesimalwege der Elektronen, die ungeheure Revolution der Milchstraße und der ganzen Sternenwelt in Keplerischen Ellipsen, die Quanten, die „Anima Terrae“, die Hormone, die Relativitätstheorie, die gesamte Evolution und die Sphärenmusik und Eschatologie des Weltalls!

Das Jahr 1930 hat viel getan, um das Interesse an Keplers Werken neu zu erwecken und seine Größe unserm Volke noch eindringlicher vor Augen zu stellen. Mögen gerade diese zwei Bände Keplerischer Briefe, die einen kundig und herrlich gewählten Auszug geben von allem, was groß, schön und lebenswürdig an Kepler war, ihren Weg bis tief hinein in das deutsche Volk finden; mögen diese Zeilen zeigen, welch einzigen Genuß, ja welche Begeisterung diese Briefe auch dem Laien einzufließen fähig sind! Möge so der Fürst der Astronomie in unser aller Bewußtsein ebenso groß und herrlich dastehen wie unsere anderen Giganten, so groß wie der größte von allen, zu denen wir aufschauen als den Schutzgöttern unseres deutschen Vaterlandes! Im Hinblick auf diese seien wir getrost: der Untergang des Abendlandes ist noch lange nicht da, am wenigsten der unseres Deutschlands. Nicht die Massen machen es, sondern der Genius. Befinnen wir uns in unserer 2000jährigen Geschichte auf unsere Großen und tun wir in ihrem Zeichen, was Kepler Galilei zurief:

„Confidamus et progrediamur!“

BEMERKUNGEN ZU:
JOHANNES KEPLER,
STRENA SEU DE NIVE SEXANGULA.

VON PROF. DR. H. STEINMETZ, TECHN. HOCHSCHULE,
MÜNCHEN.

Kepleri opera omnia, ed. Frisch, 7. Band 1868, 715.
Deutsche Übersetzung von R. Klug im 56. Jahresbericht
des K. K. Staatsgymnasiums (jetzt Bundesgymnasium) in Linz
über das Schuljahr 1907.

(Bayer. Staatsbibl. 4^o H, lit. P, 252 -n.)

Seitdem durch die Untersuchungsmethode mit Röntgenstrahlen die Kenntnis vom atomaren Aufbau der Kristalle eine so ungeahnte Förderung erfahren hat, spielt die Vorstellung von regelmäßigen und dichtesten Kugelpackungen, als welche die Kristallstrukturen in Annäherung aufgefaßt werden können, die Rolle einer sehr brauchbaren Arbeitshypothese. So stimmt der geometrische Ort der Atomschwerpunkte bei einer Anzahl kristallisierter Elemente teils völlig, teils sehr nahe mit den Mittelpunkten der beiden möglichen „dichtesten Kugelpackungen“ überein. Schon vor der letzten, der röntgenographischen, Entwicklungsphase der Kristallstruktur-Theorien wurde die Theorie der Kugelpackungen von den Engländern Barlow und Pope für die Zwecke der Kristallographie systematisch entwickelt, da sie in gewissem Sinne nur eine besondere Ausdrucksweise für die allgemeinen Strukturtheorien ist. Der erste, der überhaupt an die Möglichkeit gedacht hat, die Regelmäßigkeit der Kristalleigenschaften auf eine Regelmäßigkeit im Aufbau der Kristalle zurückzuführen, ist der Schwede Torbern Bergmann (1735—1784). Ältere Nachrichten über kristallographische Strukturtheorien haben wir nicht.

Ich war daher sehr überrascht, als mich vor einiger Zeit Professor Dr. Prandtl (Universität München) auf Figuren von Kugelpackungen in der im Titel genannten Abhandlung Keplers aufmerksam machte, die im Zusammenhang mit jenem Titel es vermuten ließen, in ihr die ersten Gedanken über eine kristallographische Strukturtheorie zu finden. Um es gleich vorwegzunehmen: diese Erwartung hat sich nicht bestätigt. Doch scheint mir der Inhalt jener Schrift, sowie die Diskussion, warum Kepler

nicht bis zu dem vermuteten Ergebnis gelangt ist, obwohl er alle Voraussetzungen dazu in Händen hatte, interessant genug zu sein, um einer Aufforderung der Schriftleitung dieses Festbandes Folge zu leisten und über die in Rede stehende Arbeit Keplers zu berichten.

Die Schrift ist ein Neujahrsgefchenk (strena) an den Kaiserlichen Hofrat Johann Matthaues von Wackhenfels, den Freund der Künste und Wissenschaften, „meinen Wohltäter“. Die Form ist in ein witziges Gewand gekleidet. Der kaiserliche Hofrat wird aus uns nicht mehr bekannten Gründen als ein Liebhaber des „Nichts“ bezeichnet, die Abhandlung de nive erscheint deshalb als passendes Geschenk; „denn wenn Du einen Deutschen fragst, was ‚nix‘ ist, so wird er Dir antworten ‚nihil‘, sofern er nämlich überhaupt Latein versteht.“ Und wenn auch das Ergebnis der ganzen Abhandlung nach Keplers eigener Aussage mit einem „nihil“ endigt, sind die darin niedergelegten Gedanken und Spekulationen durchaus ernst zu nehmen und zeigen den Verfasser als geistreichen Forscher und — Theologen, der er eben war.

Ich will zunächst versuchen, den unmittelbar zum Thema gehörigen Gedankengang darzustellen, und lasse alle Abschweifungen philosophischer und sonstiger Art weg, die das Verständnis der Schrift so schwer machen wie die Bahnung eines Weges im Urwald.

Grundlegend wird festgestellt: Die Ursache der Sechstrahligkeit der Schneekristalle liegt nicht in der Materie, sondern in dem Bewegenden. „Denn der Stoff des Schnees ist die Feuchtigkeit; diese ist, wenn sie aus der Erde aufsteigt und durch eine gewisse ihr eigene Wärme emporgehoben wird, nicht anders als zusammenhängend und gleichsam flüssig, also nicht getrennt in Sternchen dieser Art.“ Und dann weiter: „sie ist nicht von selbst begrenzt, sie ist also solange gestaltlos, bis sie sich zu Schnee oder zu einem Tropfen verdichtet.“ Ein Agens also bedingt die Sechseckform; die Frage ist, was dieses Agens ist und wie es wirkt; ob es in der Form enthalten ist, oder von außen her seine Wirkung ausübt.

Es werden nun berühmte Beispiele herangezogen, die sich geometrisch behandeln lassen, die Bienenwaben und die Kerne des Granatapfels. An beiden fallen ihm rhombenförmige Flächen auf, bei den Waben besonders die am Zusammenstoß der aus sechseckigen Zellen gebauten Wabenschichten auftretenden Flächen, an den Kernen die überhaupt rhombenförmig begrenzten Außenflächen. Er hält in der Geometrie Umichau nach Polyedern, die von Rhombenflächen begrenzt sind, stellt dabei das Rhombendodekaeder mit 12 und einen halbregulären Polyeder — die sog. nach ihm benannten Keplerschen Körper (R. Klug) — fest; von dem ersteren weiß er auch, daß es wie der Würfel den Raum lückenlos durch parallele Aneinanderlegung erfüllen kann. Jene Kerne, als kugelige Gebilde angelegt, erhalten erst durch ihr Wachstum und damit durch die Einpressung in einen gegebenen Raum die polyedrische Umgrenzung. Er kann also das Problem der Kerne geometrisch behandeln als Kugelpackung und geht dabei aus von der Tatsache: Eine Ebene kann von gleichgroßen, sich berührenden Kugeln nur dann regelmäßig bedeckt werden, wenn die Mittelpunkte in einem quadratischen oder aus gleichseitigen Dreiecken

(hexagonalen) gebildeten Netz von Punkten liegen. (Fig. 1 u. 2.) Eine Fünfecksanordnung, allgemein jede andere als die zwei genannten sind nicht möglich. Werden Körper aus solchen kugelbedeckten Ebenen gebaut, so kann verfahren werden: Kugeln der 2. Ebene können senkrecht über denen der ersten liegen oder über den Lücken zwischen 4 bzw. 3 Kugeln. Werden die Kugeln aus elastischem Material bestehend gedacht und gleichmäßig zusammengepreßt, so nehmen die im „Viereck“ angeordneten Kugeln entweder die Gestalt eines Würfels oder Rhombendodekaeders, die im Dreieck angeordneten die Form eines hexagonalen Prismas mit Basis oder wieder die des Rhombendodekaeders an. Alles sind Polyeder, die bei Aneinanderlagerung den Raum lückenlos erfüllen; auch weist er darauf hin, daß die eine Art von Packung, und zwar die rhombendodekaedrische, die dichteste Kugelpackung ist. Vgl. Anmerkung (S. 262 f.).

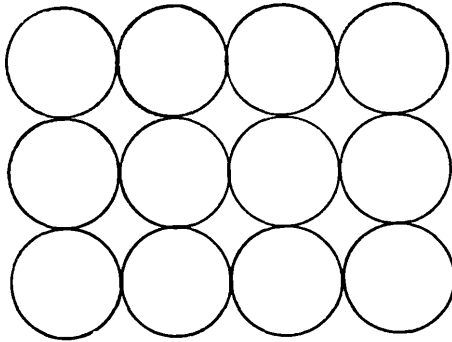


Fig. 1

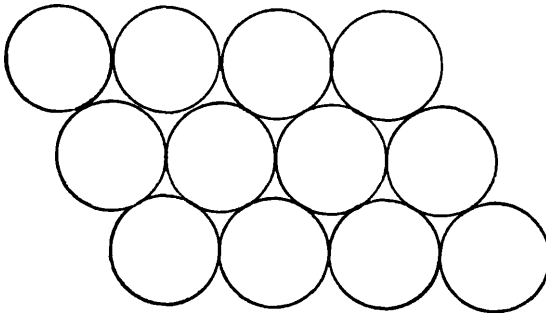


Fig. 2

Das ist ihm an der Ableitung für die Granatkernform das Wichtigste: Infolge des Zusammentreffens eines gegebenen Raumes mit dem Wachstumsbestreben werden die Kerne durch die materielle Notwendigkeit in die

rhomboedrische (rhombendodekaedrische) Form gepreßt; also liegt ein anderes Moment vor, als es bei den Bienen anzunehmen ist. Denn hier ist keine Beziehung zwischen dem Material des Wachses mit der Sechszähligkeit des Wabenbaues vorhanden, auch kein räumlicher Zwang, gerade diese Form zu wählen; sondern den Bienen ist der Instinkt, in sechsseitigen, rhombisch begrenzten Zellen zu bauen, vom Schöpfer eingepflanzt; wenn auch über den Endzweck, den der göttliche Schöpfer mit dieser Instinktebeugung beabsichtigte, nichts Bestimmtes ausgelegt werden kann.

Eine Abschweifung auf Blüten und Früchte, die nach einem 5-zähligen System gebaut sind, läßt ihn dort die Geltung eines bestimmten Zahlengesetzes vermuten (Goldener Schnitt); doch ist die nähere Darstellung für unser Thema nicht von wesentlichem Belang.

Nun wird das Thema Schnee wieder aufgenommen; nach äußeren und inneren Ursachen für die Sechseckigkeit zu suchen, ist die Aufgabe. Als eine erste wird die Kälte angenommen, sie bedingt die Kondensation, so daß anscheinend sie die Sternform hervorbringt. Kälte will er nicht wie die Wärme als eine Substanz betrachten, sondern als den Mangel an Wärmesubstanz. Das Nächstliegende schien ihm zwar eine Kondensation der Feuchtigkeit in Kugelform zu sein. Aber denke man sich die Feuchtigkeit ausgebreitet und mit der Kälte in Oberflächenberührung, so ist auch die Kondensation in einer Fläche plausibel. Dagegen macht es Schwierigkeit, daß eine solche Fläche in lauter regelmäßige Sechsecke zerbrechen soll, noch dazu in solche, die meist sternchenförmig eingekerbt sind! Darüber hilft auch die Analogie der Reifbildung nicht hinweg, die durch das lokale Einströmen von Kälte in geschlossene Räume strahlenförmige Gebilde hervorruft; ein solch lokalisiertes Einströmen ist in dem unbegrenzten Raum der Luft, wo die Kondensation stattfindet, nicht möglich. All das kann also die Kälte als äußere Ursache nicht erklären, es muß noch eine innere, eine „Art innere Wärme“ dazu kommen, ein Ausdrück, der sich etwa mit Potential deckt.

Diese innere Ursache sollte eigentlich in ihrer Form gebenden Wirkung von einem einzigen Zentrum aus nach allen Richtungen gleichmäßig sich betätigen, also zur Kugel führen. Merkwürdigerweise bemüht er sich nun im folgenden zu zeigen, daß sie in drei aufeinander senkrechten Richtungen wirkt, also kleine „kubische“ Axenkreuzchen aus Eis schafft — eine Annahme, die er später selbst als unrichtig verwirft. Wir wollen ihm aber trotzdem auf diesem Seitenwege folgen, um einer interessanten Ableitung wegen. Er macht nämlich, um diese drei senkrechten Richtungen plausibel zu machen, folgende Annahmen, die ihm freilich noch verwunderlicher vorkommen als das, was er damit zu beweisen wünscht: 1. soll sich „vernunftgemäß“ die Kondensation der Feuchtigkeit so vollziehen, daß kleine Kugeln von Wasser (oder Eis) entstehen. 2. sollen sich diese Kugeln berühren. Er kann also die früher entwickelten Packungsgesetze anwenden. Aber die sind nicht eindeutig, da sie Anordnungen im Viereck (3 Orthogonalrichtungen) und im Dreieck (also nicht orthogonale) Anordnungen zulassen. Er erhält also aus dieser Hilfshypothese keinen eindeutigen Beweis für die geforderte Rechtwinkligkeit seiner Kondensations-

keime, die beim Herabsinken in eine Ebene gewissermaßen einklappen sollen, um die Sechsstrahligkeit der Schneekristalle zu ergeben!

Er muß also wieder nach philosophischen, um nicht zu sagen philologischen Argumenten greifen, findet sie in den Organismen mit ihren drei Hauptrichtungen, gegeben durch vorne-hinten, oben-unten, rechts-links. „Zunächst ist das ganze Geschlecht der Lebewesen mit regulären oder kosmopoetischen Gebilden verwandt, wofür mannigfache Beweisgründe vorliegen. Da nämlich diese Wesen gewissermaßen dem göttlichen Schöpfer nachgebildet sind, so besteht nach der Absicht des Schöpfers eine mit Gott ewige Übereinstimmung in diesen Gebilden. Da es weiterhin vollkommen sicher ist, daß die Wesen in ihrem Innersten Quantitäten enthalten — ob mit oder ohne Materie will ich nicht untersuchen — so ist es auch vernunftgemäß, daß sie lieber schön gestaltete Formen als andere annehmen, und daß sie in diesem Falle regelmäßige Körper nachahmen, weil ja die Wesen nicht Flächen, sondern Körper sind. Unter den regulären Körpern ist aber der erste der Würfel, der Erstgeborene, er ist der Vater der übrigen. Seine Gattin gewissermaßen ist das Oktaeder, weil es so viele Ecken hat, wie der Würfel Seitenflächen und weil den Mittelpunkten der letzteren die einzelnen Ecken des Oktaeders entsprechen.“

„Ein die Materie der Feuchtigkeit verlassendes Teilchen wird also, wenn es eine Gestalt annehmen muß, wie wir es als vernunftgemäß dargestellt haben, die Gestalt des Würfels oder des Oktaeders annehmen.“ Und damit glaubt er die Notwendigkeit der drei sich senkrecht kreuzenden Eisstäbchen in den Schneekristallen bewiesen zu haben.

Wie schon erwähnt, wird aber im folgenden die ganze Sache als Irrtum hingestellt; er weist auf Grund seiner ganz richtigen Beobachtungen nach, daß gar nicht drei senkrechte Stäbchen in den Schneekristallen vorliegen, sondern drei in einer Ebene und ein viertes dazu senkrecht, das er zwar schon oft gesehen, aber falsch gedeutet habe.

Also die Frage nach der Sechszähligkeit ist noch immer unbeantwortet.

Bei der nunmehr durchgeführten Diskussion von fünf Möglichkeiten hält nur eine seinen selbst erhobenen Einwürfen stand: Die „bildende Kraft“ in ihrem innersten Sein ist an der Sechseckform beteiligt. Die bildende Kraft, die aus dem Schweiß der Menschen und Tiere Ungeziefer, aus den Ausschwitzungen der Pflanzen Raupen, aus dem Schlamm des Wassers Fische hervorbringt, schafft aus den Stoffen der Erde regelmäßige Formen (Kristalle); sie umschließt nicht eine einzige Form, „da sie der ganzen Geometrie kundig und in ihr geübt ist.“ Die Chemiker mögen das Salz finden, das im Schnee steckt und ihm die Sechseckform verleiht.

Und wieder kommt er auf seine, den Tatsachen ja auch am nächsten kommende Hypothese zurück, am leichtesten könnte die Verdichtung der Feuchtigkeit in Kreisen (Kugeln) erfolgen; weil Kreise aber Lücken zwischen sich lassen, so wird die dem Kreis zunächst stehende Figur, eben das Sechseck gewählt; nur scheint ihm diese Annahme mit der verschiedenen Größe der Schneekristalle schwer in Einklang zu bringen zu sein.

Faßt man zusammen, was an Ideen, die als Vorläufer für eine Kristallstrukturtheorie gelten könnten, in der Abhandlung Keplers enthalten ist, so ergibt sich: Er leitet einmal die Eigenschaften einer dichtesten und der

orthogonalen Kugelpackungen richtig ab. Ferner entwickelt er die ihm zwar kühn aber vernunftgemäß erscheinende Vorstellung einer Kondensation der Feuchtigkeit in Form kleiner Kugeln, macht sogar die Annahme, daß diese Kugeln sich gegenseitig berühren sollen! Er wendet also eigentlich die geometrischen Gesetze der Kugelpackungen an, um das Auftreten gewisser — der drei aufeinander senkrechten Richtungen an einem natürlichen Gebilde, dem Schneekristall, abzuleiten, hat also eigentlich die grundlegenden Voraussetzungen für eine Kristallstruktur-Theorie in Händen. Man sollte beim Lesen jener Entwicklungen glauben, im nächsten Satz müßte die Entwicklung der Symmetrieeigenschaften der Schneekristalle aus den Gesetzen der ihm bekannten hexagonalen Kugelpackung erfolgen, mit welcher alle Schwierigkeiten der hexagonalen Symmetrie, auch die der Sternchenform, der ungleichen Größe beseitigt würden. Sie erfolgt aber nicht. Er verwirft bewußt den Gedanken der Kugelpackungen, da er keine eindeutige Lösung ergibt, weil mehrere solcher Packungsarten möglich sind. Ihm unbewußt aber erweist er sich hier als Kind seiner Zeit, die mit ihrem Geist auch einen so überragenden Menschen in gewissen Schranken gefesselt hält. Die Vorstellung einer Atomistik, d. h. die Auflösung der Materie in kleinere, mit bestimmten Kräften begabte Einheiten, scheint ihm völlig ferne zu liegen. Der einzelne Schneekristall ist ihm ein Individuum, nicht auflösbar in kleinere Einheiten. Er kennt natürlich den Begriff des Atoms, nennt es auch in der Einleitung der Schrift bei der Aufzählung der verschiedenen Arten des „Nichts“; aber er weiß damit nichts für sein Problem anzufangen. Seine Kugeln stehen dem Atom-begriff durchaus ferne, sie sind ihm nur geometrische Symbole für den Anfangszustand der Granatapfelkerne, oder eine Hilfskonstruktion für das Zustandekommen dreier aufeinander senkrechter Richtungen an natürlichen Gebilden, merkwürdigerweise nicht auch eine solche für hexagonale Symmetrie! Daher sind ihm die hexagonale Symmetrie, ebenso die verschiedene Größe der Schneekristalle, sowie deren sternchenförmige Einbuchtungen unlösbare Probleme. Der aristotelische Dualismus von Materie und Form wird bei ihm noch nicht auf atomistischem Weg überwunden: „Die Form liegt nicht in der Materie, sondern in dem Bewegenden“, daher die Zuflucht zu jener formbildenden Kraft, die als deus ex machina den unlösbaren Knoten zerhauen muß.

Aber schon ist in dem letzten Satz der Abhandlung: „Ich will den chemischen Ofen auslöschten, weil ich sehe, wieviel noch zu erforderlich ist, wie die Sache sich verhält“ das Unzufriedensein mit seinem Standpunkt ausgesprochen. Und gerade Kepler hat ja in seinen Planetengesetzen die bedeutendste Stoffkraftwirkung definiert und damit den Bann der aristotelischen Philosophie gebrochen.

Anmerkung zur Natur der *dichtesten* Kugelpackungen.

Die dichtesten Kugelpackungen entstehen, wenn bei der Ausfüllung eines Raumes mit gleich großen Kugeln die notwendig vorhandenen Lückenräume auf ein Minimum beschränkt werden. Das ist der Fall, wenn alle mit Kugeln besetzten Ebenen nach der Anordnung Fig. 2 mit Kugeln erfüllt sind. Niemals entsteht eine

dichteste Packung, wenn eine zweite derartige Ebene so über einer ersten liegt, daß die Verbindungslinien zweier Kugelmittelpunkte aus der 1. und 2. Ebene senkrecht zu den Mittelpunktsebenen stehen; sie entstehen im Gegenteil nur dann, wenn je eine Kugel der 2. Ebene in eine Lücke zwischen 3 Kugeln der ersten Ebene zu liegen kommt, und umgekehrt. Nun liegen um eine Kugel stets sechs Lücken; die zweite Kugelebene kann aber mit drei benachbarten Kugeln jeweils nur drei von den erwähnten sechs Lücken besetzen. Daraus ergeben sich nun für den räumlichen Aufbau einer dichtesten Packung zwei Möglichkeiten: 1. Die dritte Kugelebene liegt in senkrechter Projektion über der ersten, die vierte über der zweiten und so fort; dann wird die eine Tripelfchar von Lücken in jeder Kugelebene frei bleiben. Die Gesamtsymmetrie einer solchen Anordnung ist hexagonal, d. h. enthält drei sich unter 60° durchschneidende gleichwertige Richtungen, die in der Kugelebene liegen, und eine dazu senkrechte, mit jenen nicht identische, die den Charakter einer sechszähligen Symmetrieaxe hat. 2. Die Kugeln der dritten Kugelebene liegen orthogonal über dem zweiten Lückentripel; dann liegen die Ebenen 1 und 4, 2 und 5, 3 und 6 und so fort identisch übereinander; die Gesamtsymmetrie des Gebildes ist kubisch, d. h. enthält drei aufeinander senkrechte Richtungen von identischer Beschaffenheit. Diese dichteste kubische Kugelpackung ist aber aus dem oben gefagten Grunde nie identisch mit einer durchwegs orthogonalen räumlichen Anordnung sich berührender Kugeln.

Zwischen den beiden dichtesten Kugelpackungsarten unterscheidet Kepler in der vorliegenden Arbeit nicht, sondern er stellt nur den Gegensatz der dichtesten Packung überhaupt zu den anderen Packungsarten fest. Auch geht er nicht auf die Symmetrie-Eigenschaften der Packungen ein, sondern bestimmt nur die umschriebenen Berührungspolyeder.

DER MAGNETISMUS BEI KEPLER.

VON PROF. DR. KARL STÖCKL, REGENSBURG.

I. Teil.

Keplers erdmagnetische Arbeiten.

Die geheimnisvollen Anziehungs- und Abstoßungsercheinungen von Magneten hatten Kepler's stets rege Phantasie sehr frühzeitig zum Nachgrübeln angeregt. Mit den Grundlehren des Magnetismus und mit den Erscheinungen der Nadel wurde er wohl schon in Tübingen bekannt. Dort hatte ja Philipp Apian sein Büchlein „De Magnete“ geschrieben. Wenn derselbe auch nicht unmittelbar Kepler's Lehrer war (er starb 1589; Kepler bezog 1588 seine schwäbische Landesuniversität), so haben dessen Lehren doch sicherlich über Mästlin auf ihn eingewirkt. In Tübingen soll er sich bereits eine Karte von Mercator mit den erdmagnetischen Einträgen erworben haben. Auf einer Reise aus seiner schwäbischen Heimat nach Steiermark besuchte er (1596) in München die herzoglichen Sammlungen und sah dort den Globus von Philipp Apian;¹ der führende Kustos erzählte ihm von der magnetischen Deklination und daß man mit Hilfe derselben die geographische Länge des Standortes finden könne.² In seiner Grazer Zeit (1594 bis 1600) stellte er bereits selbständige magnetische Untersuchungen und Messungen an.

Seine Beschäftigung mit erdmagnetischen Problemen hat in der Folgezeit sein Streben, die Vorgänge in unserem Planetensystem mechanisch zu begreifen, stark beeinflusst; seine Vorstellungen von einer allgemeinen Attraktionskraft, welche auf der Sonne ihren Sitz hat und welche alle Bewegungen der Wandelsterne lenkt und leitet, nahmen von diesen magnetischen Untersuchungen ihren Ausgang.

Der beschränkte Raum, der zur Verfügung steht, verhindert es, den Werdegang der magnetischen Vorstellungen Kepler's vollständig darzulegen und die genauen Belege aus seinen Schriften beizubringen; das kann alles in der umfassenden Sonderschrift von S i e g m u n d G ü n t h e r³

¹ Brief an Herwart von Hohenburg vom 26. III. 1598 (Caspar und v. Dyck. J. Kepler in seinen Briefen I. S. 66).

² Diese damals weit verbreitete Ansicht ist allerdings nicht richtig.

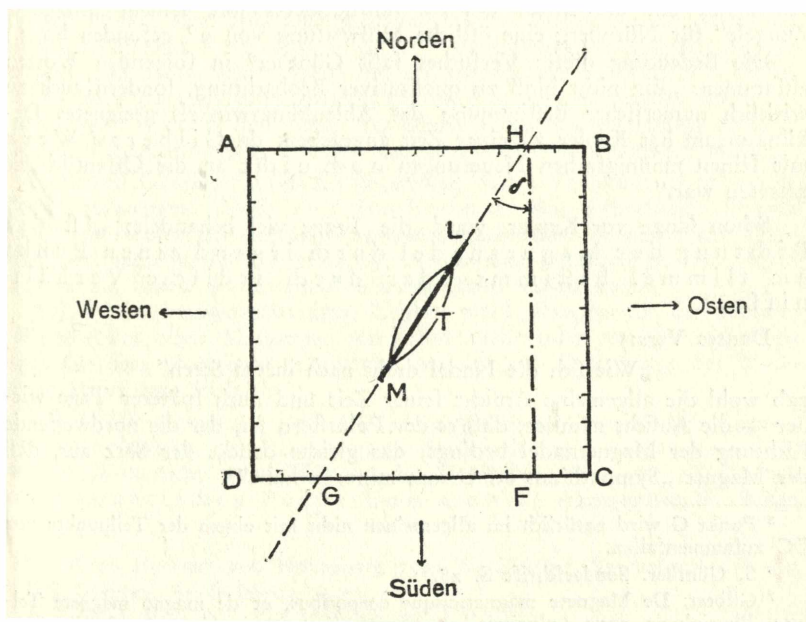
³ Sigmund Günther: Johannes Kepler und der tellurisch-kosmische Magnetismus. Penck's Geogr. Abh. Bd. III. H. 2. S. 1—72. (S. 241—315.) Wien. Olmütz. 1888. (Im folgenden zitiert als Sonderschrift.)

nachgelesen werden. Einiges aus der Kepler'schen Ideenwelt kann kurz behandelt oder auch übergangen werden; denn manches davon ist überholt, manches war von Anfang an nicht richtig und ging von falschen kosmologischen Gedanken aus. Das ganze Problem aber ist wichtig für die Beurteilung des Standes der damaligen Kenntnisse und des Werdeganges der allgemeinen wissenschaftlichen Anschauungen, die — wenn auch auf vielfach gewundenen und verschlungenen Pfaden — schließlich doch zum großen allumfassenden Gravitationsgesetze führten.

In den Tagen der Erinnerung an Kepler's Tod vor 300 Jahren mag deshalb eine kurze Darlegung seiner magnetischen Arbeiten und Spekulationen nicht ganz ohne Reiz sein, zudem diese Dinge in weiteren naturwissenschaftlichen Kreisen nicht allzu bekannt sind.

Messungen der Deklination in Graz.⁴

Die Erfahrungen der großen Seefahrten der Spanier und Portugiesen, der Holländer und Engländer hatten viele neue Aufgaben gestellt. Man hatte vor allem gelernt, daß die Nadel nicht genau nach Norden weist, sondern daß die Vertikalebene durch die Nadel mit dem astronomischen Meridian einen Winkel — Deklination oder Mißweisung genannt — einschließt. Die Bestimmung dieses Winkels war namentlich für die Schiff-



⁴ Brief an Herwart von Hohenburg vom 30. Mai 1599. — Brief an Mästlin vom 29. August 1599. (J. Kepler in seinen Briefen I S. 113.)

fahrt eine wichtige Aufgabe, der damals große Aufmerksamkeit geschenkt wurde, — auch von Kepler, der in Graz eine sehr geeignete Methode ausarbeitete.

Um die Fehler der Reibung möglichst auszuschalten, vervollkommnete er den schon den Chinesen und Arabern bekannten Schwimmkompaß. Ein Gefäß von quadratischem Querschnitt $ABCD$ wird so aufgestellt, daß je zwei gegenüberliegende Flächen DA , BC genau in den astronomischen Meridian zu liegen kommen. Die Quadratseiten tragen am oberen Rande eine Einteilung in n gleiche Teile. Das Gefäß wird mit Wasser oder sonst einer geeigneten Flüssigkeit gefüllt. Die Nadel oder der Magnetstab LM wird auf ein Stückchen Holz T gelegt, so daß der Magnet LM auf der Flüssigkeit schwimmt und sich frei bewegen kann. Er wird so lange verschoben, bis die Verlängerung von ML die Quadratseite AB in einem Teilpunkte, z. B. H , trifft. Die Bestimmung dieser Punkte H und G^5 wird dadurch erleichtert, daß man in der Vertikalebene des Magneten LM auf den Gefäßrand ein Visierlineal GH (in Bild S. 265 gestrichelt gezeichnet) legt. In dem rechtwinkligen Dreieck HFG sind zwei Seiten HF und FG bekannt, so daß der Deklinationswinkel δ leicht berechnet werden kann.

Mit dieser Methode fand er 1599 für Graz die Mißweisung etwas kleiner als 6° und in Prag später zwischen 5 und 6° . (Das Nordende der Nadel trat damals in unseren Gegenden nach Osten hin aus dem astronomischen Meridian heraus, wie ja auch der Nürnberger Pfarrer Hartmann um die Mitte des 16. Jahrhunderts mit seinem „Magnet-Zungele“ für Nürnberg eine östliche Mißweisung von 9° gefunden hatte.)

Die Bedeutung dieses Versuches faßt Günther⁶ in folgenden Worten zusammen: „Ein nicht bloß zu qualitativer Beobachtung, sondern auch zu wirklich numerischer Bestimmung des Ablenkungswinkels geeignetes Deklinatorium hat Kepler zu einer Zeit angegeben, da Gilberts⁷ Werk mit seinen mannigfachen Neuerungen noch nicht an die Öffentlichkeit getreten war.“

Schon lange vor Kepler ward die Frage viel behandelt: „Ist die Richtung der Magnetnadel durch irgend einen Punkt am Himmel bestimmt oder durch irdische Verhältnisse?“

Dantes Vers:

„Wie sich die Nadel dreht nach ihrem Stern“

gab wohl die allgemeine Ansicht seiner Zeit und auch späterer Tage wieder — die Ansicht nämlich, daß es der Polarstern sei, der die nordweisende Richtung der Magnetnadel bedingt; das gleiche drückt der Satz aus, daß der Magnet „Sympathiam ad Ursam minorem habe“⁸.

⁵ Punkt G wird natürlich im allgemeinen nicht mit einem der Teilpunkte von DC zusammenfallen.

⁶ S. Günther. Sonderschrift S. 28.

⁷ Gilbert. De Magnete magneticisque corporibus, et de magno magnete Tellure. Physiologia nova, plurimis et argumentis et experimentis demonstrata. London 1600.

⁸ Siegm. Günther, Sonderschrift. S. 39.

Erst Gerhard Mercator (1512—1594), der große Kartograph, der sich sehr viel mit den Erscheinungen des Erdmagnetismus abgab (er führte den Begriff der magnetischen Erdpole ein und suchte ihre Lage durch Berechnung zu finden), brach als Erster mit der Auffassung, daß die Richtung der Nadel durch einen bestimmten Stern bedingt werde: die Erde selbst ist Ursprung und Ausgangspunkt der auf ihr beobachteten magnetischen Erscheinungen.

Zur Lösung dieser Frage schlug Kepler⁹ folgende Versuchsanordnung vor, welche jeder Leser von heute als ein richtiges Inklinatorium ansprechen wird.

Er sagte sich: Wenn die richtunggebende Ursache ihren Sitz im Polarstern hat, dann muß ein Magnet, der sich um eine horizontale Achse drehen kann, mit seinem Nordende nach oben aus der horizontalen Ebene heraustreten. Wenn es aber magnetische Berge unter dem Pole der Erde sind, die auf die Nadel einwirken, dann muß jenes Ende nach unten aus der horizontalen Ebene heraustreten. Folgende Versuchsanordnung soll die Entscheidung bringen:

Er nimmt einen geteilten Kreis, der aber nicht aus Eisen bestehen darf, und stellt ihn vertikal auf — und zwar nicht in den astronomischen Meridian, sondern in den magnetischen Meridian (circulus magneticus), den er als jene Vertikalebene definiert, die durch die Nadel geht. Er betont besonders, daß der Teilkreis so orientiert werden muß. Derselbe trägt am höchsten Punkte eine Bohrung, durch welche ein Faden bis zur Mitte des Kreises herabreicht. An ihm wird ein unmagnetisches Stahlstäbchen so befestigt, daß dessen Schwerpunkt sich im Mittelpunkt des Kreises befindet. Da der Stab zunächst unmagnetisch ist, muß er sich horizontal einstellen. Sodann wird er durch Bestreichen mit einem Magneten magnetisch gemacht und der Winkel ermittelt, den der Magnet mit der Horizontalen bildet.

Siegmund Günther¹⁰ faßt die Bedeutung dieses Versuches in folgenden Worten zusammen: „Noch vor dem Erscheinen des Gilbertschen Werkes (1600) hat Kepler ein durchaus zweckentsprechendes Inklinatorium angegeben und zugleich die fundamentale Bestimmung hinzugefügt, daß dessen Kreis in die Ebene des magnetischen Meridians fallen müsse.“

Auf Inklinationsbeobachtungen Keplers weist übrigens die Stelle hin¹¹: „Wie der Pol eines Magneten von selbst mehr oder weniger tief nach unten aus dem Horizonte austritt, je nach der Entfernung des Beobachtungsortes vom Erdpole.“

Die falsche Annahme, daß die richtunggebende Ursache der Magnetnadel im Polarstern, bzw. an mehreren Stellen des Himmelsgewölbes sitzt, hat damals in nicht wenig Köpfen die Vorstellung von der Möglichkeit eines magnetischen Perpetuum mobile wachgerufen.¹² Wenn

⁹ Brief an Herwart von Hohenburg 1596. S. Günther. Sonderchrift. S. 22.

¹⁰ S. Günther. Sonderchrift. S. 23.

¹¹ Epitome, Buch III. Teil V. Frisch Band VI. S. 299.

¹² Näheres hierüber bei Schimank, Geschichte des Energieprinzips. Jahrb. d. Vereins Deutsch. Ing. 20; 32, 1930.

nämlich die magnetische Kraft vom Sternenhimmel ausgeht, der sich in 24 Stunden um die Erde herumdreht (wie die meisten damals glaubten), dann muß eine magnetisierte und entsprechend aufgestellte Stahlkugel in dem gleichen Zeitraum sich mitdrehen. Diese Ansicht bekämpft Kepler an verschiedenen Stellen, wie es auch Gilbert tut.

Verfuche, die geographische Länge aus der magnetischen Mißweisung zu ermitteln.

Die großen Entdeckungsfahrten hatten erkennen lassen, daß der Wert der Mißweisung beim Segeln nach Westen sich ändert; man mochte daraus schließen, daß zwischen Mißweisung und geographischer Länge ein Zusammenhang besteht. So soll schon Kolumbus auf seiner zweiten Reise (April 1496) einmal den Versuch gemacht haben, die Länge seines augenblicklichen Standortes mit Hilfe der magnetischen Mißweisung zu finden.

Als ganz selbstverständlich wurde allgemein angenommen, daß der Wert der Deklination für einen und denselben Ort eine unveränderliche Größe ist; diese allerdings nicht richtige Annahme liegt vielen Aufgaben zugrunde, mit denen sich jene Zeit beschäftigte.

Man wußte damals (1500—1600) bereits, daß es Orte gibt, für welche die Mißweisung Null ist, wo also die Magnetnadel die wirkliche Nordrichtung angibt. Aus dieser Tatsache glaubte man, einen in der Natur begründeten Nullmeridian ableiten zu können, von welchem aus die Längen gezählt werden (Mercator). Kepler schreibt hierüber in seinem Lehrbuche der kopernikanischen Astronomie (Epitome)¹³: „Die Meridianzählung wollen manche von jenen Inseln beginnen, auf welchen die Magnetnadel genau nach dem Pole der Welt (also genau nach dem Nordpol) weist — Azoren-Insel Corvo; Grünes Vorgebirge.“

Den Zusammenhang zwischen Mißweisung und geographischer Lage dachte man sich im Anfange recht einfach — so einfach, daß man glaubte, man könne

1. aus gegebener Länge und Breite irgendeines Ortes die für ihn geltende Mißweisung berechnen;
2. umgekehrt aus gegebener Breite und bekannter Deklination die geographische Länge bestimmen;
3. die Lage des magnetischen Nordpols unmittelbar durch Berechnung finden.

Bei der hohen Wichtigkeit einer raschen Längenbestimmung zur See schienen solche Bestrebungen von nicht geringer Bedeutung zu sein.

Auch Kepler befaßte sich mit solchen Problemen — und anfangs voller Hoffnung. Mit Mercator ging er von der Annahme aus, daß der Magnetpol der Erde jenem größten Kugelkreise angehören müsse, auf welchem die Mißweisung Null ist. Unter Zugrundelegung bestimmter (allerdings nicht zutreffender Annahmen) hatte Mercator die Koordinaten für den

¹³ Epitome, Buch II. Teil III. Frisch Bd. VI. S. 192.

felben zu $73^{\circ} 30'$ nördlicher Breite und 178° westlicher Länge (bezogen auf den Meridian der Insel Corvo) berechnet. Auch Kepler stellte ähnliche Berechnungen an, wobei er aber von falschen kosmologischen Voraussetzungen ausging, die auseinanderzusetzen heute belanglos ist. Dagegen liegt in den Worten S. 267 schon der Hinweis auf jene Möglichkeit, den Magnetpol der Erde zu finden, die zweihundert Jahre später wirklich zur Auffindung desselben führte.

Mit Hilfe der Karte von Mercator will er sodann für jeden Ort auf der Erde den Mißweisungswinkel aus seiner geographischen Länge und Breite berechnen. Mit großem mathematischen Scharfsinn (die jetzt üblichen Methoden der Auflösung sphärischer Dreiecke waren damals noch nicht bekannt) errechnete er die Mißweisung für München (Breite zu 48° , Länge zu $33^{\circ} 48'$ angenommen) gleich $11^{\circ} 33'$. Siegm. Günther¹⁴ prüfte die Rechnung Keplers mit den jetzigen mathematischen Hilfsmitteln nach und errechnete den Wert $11^{\circ} 33' 10''$ — ein schlagender Beweis für Keplers bewundernswerte Rechenkunst; will man diese Leistung voll würdigen, so darf man nicht übersehen, daß die Behandlung und Auflösung schiefwinkliger sphärischer Dreiecke damals noch unbekannt war.

Inwieweit dieser errechnete Wert mit dem wirklichen übereinstimmte, läßt sich heute nicht mehr entscheiden. Eine praktische Bedeutung aber kam solchen Berechnungen der Mißweisung nicht zu; sie gingen ja von falschen Voraussetzungen aus — es ist zwar richtig, daß die Mißweisung sich mit der geographischen Länge ändert, aber durchaus nicht nach einem so einfachen Gesetze, wie jene Zeit vermutete; dazu kommt, daß die Mißweisung für einen und denselben Ort durchaus nicht konstant ist, sondern sich mit der Zeit verschiedenfach ändert.

Übrigens kam Kepler selbst bereits 1599 darauf, daß jener Zusammenhang durchaus nicht so einfach ist, wie er zuerst angenommen hatte.

Durch das Buch des Gerrit de Veer¹⁵ war er mit den magnetischen Messungen der Holländer (Barendsz; Heemskerck; mehrere Fahrten von 1594 an) im hohen Norden bekannt geworden. Die dort gefundenen Werte der Mißweisung stimmten zu seinen Berechnungen aus Länge und Breite gar nicht; außerdem wichen die Werte, welche sie auf verschiedenen benachbarten Inseln gefunden hatten, stark von einander ab. Um sich diese Unstimmigkeiten begrifflich zu machen, denkt er an mancherlei Möglichkeiten, z. B. daß magnetische Inseln in der Nähe waren (er denkt also bereits an lokale Störungen), oder daß die Berechnung der Koordinaten des magnetischen Nordpols nicht stimmt oder daß dort die Ermittlung des astronomischen Meridians wegen der sehr starken terrestrischen Refraktion besonders schwierig sei oder daß vielleicht die Deklination überhaupt keine konstanten Werte besitze: und das war doch zuerst seine Lieblingsidee, die allen seinen Berechnungen zugrunde lag!

¹⁴ Siegm. Günther. Sonderschrift. S. 21.

¹⁵ Gerrit de Veer. *Diarium nauticum seu vera descriptio trium navigationum admirandarum*. Amsterdam 1598.

Je mehr er sich im Laufe der Zeit mit diesem Problem beschäftigte, um so zurückhaltender wird er in seinem Urteil und gegen 1618 (Schluß des 3. Kap. der Epitome Frisch Bd. VI S. 299) hat er die Hoffnung, das Problem der Längenbestimmung auf diese Weise zu lösen, bereits aufgegeben.

Sein späteres Urteil über die Möglichkeit, aus Bestimmungen der Mißweisung die geographische Länge des Ortes zu finden, faßt er in seinem Werke „Somnium“, das erst nach seinem Tode veröffentlicht wurde, in folgenden Worten (in einer Anmerkung) zusammen: „Ich war damals, als ich die Astronomie des Mondes schrieb, der Meinung, daß die magnetische Deklination mit dem Meridian sich ändere, daß man sie also gleichsam zur allgemeinen Längenbestimmung von Orten verwenden könne. Aber die Forschungen Gilberts über den Magnetismus und die vielen sorgfältig erwogenen Experimente desselben haben diese oberflächlichen und irrigen Versuche Lügen gestraft. Außer dem Pol gibt es keinen bestimmten Punkt auf der Erdoberfläche, nach dem die Magnetnadel hinweist, wohl aber allerorten bergige Erhebungen, die die Nadel ein wenig beeinflussen.“

Diese letzten Worte zeigen uns deutlich, daß Kepler über die lokalen Störungen Bescheid wußte, welche auch Gilbert in seinem großen Werke schon gelehrt hatte.

Aus seinen Schriften und Briefen ersieht man, daß Kepler verschiedene magnetische Tatsachen bereits kannte, die erst wesentlich später in allgemeinen Sätzen zusammengefaßt wurden, z. B.: Ein Magnet zieht Eisen, das in der Nähe ist, stärker an als solches, welches weiter entfernt ist, . . . und zwar, weil seine Fähigkeit (virtus) mit wachsender Entfernung kleiner wird.¹⁶

Er weiß, daß beim Zerschneiden eines Magneten, eines Magnetsteines auch die Bruchstücke wieder die magnetischen Eigenschaften der Anziehung und Abstoßung besitzen. Er weist ausdrücklich darauf hin, daß die Verschiedenheit der einzelnen Stücke (nach Stärke und Polarität) vor allem von der Lage abhängen, die das Bruchstück im ursprünglichen Magneten (relativ zum Ganzen) hatte.¹⁷

Keplers Betrachtungen über den vermeintlichen Magnetismus der Planeten usw. (siehe unten) zeigen uns, daß er mit den Erscheinungen der Polarität wohl vertraut war, d. h. mit der Tatsache, daß gleichnamige Pole sich abstoßen, ungleichnamige Pole sich anziehen, wie wir sagen, während er von freundlichen und feindlichen Teilen eines Magneten oder von Polen der Magnetachse der Planeten redet, die der Sonne freundlich, bzw. feindlich sind.¹⁸

In den Erläuterungen zu seiner Übersetzung des Aristotelischen Werkes „De Mundo“ beschreibt Kepler einen Versuch mit schwimmenden Magneten, der uns zeigt, daß Kepler die mechanischen Beziehungen, welche später Newton in seinem Satze von der Gleichheit von

¹⁶ Epitome, Buch IV. Teil 3. Frisch VI. S. 371.

¹⁷ Epitome, Buch IV. Teil 2. Frisch. VI. S. 345.

¹⁸ Epitome, Buch IV. Teil 11. Frisch Bd. VI. S. 345.

Wirkung und Gegenwirkung zusammenfaßte, wohl überblickte: „Diese Frage erörterte ich mit dem Exempel zweier ungleicher Magneten; man lege sie in kleine gleiche Schifflein, lasse sie in einem weiten Gefchirr umschwimmen; sie werden einander entgegenziehen, der schwächere wird viel, der stärkere wird wenig fürsetzen.“

In einer Anmerkung fügt Siegm. Günther¹⁹ bei, daß Newton in seinen „Prinzipien“ bei der Ableitung des dritten Grundgesetzes der Bewegung den Hauptversuch mit schwimmenden Magneten fast wörtlich, nur ausführlicher, ebenso beschrieb wie hier Kepler.

II. Teil.

Die magnetischen Vorstellungen Keplers und die Entwicklung seiner Lehre von der allgemeinen Attraktionskraft.

Ein einsamer Wanderer in fernen, unbekanntem Landen findet bei dichtem Nebel seinen Weg zum Ziele schwer; nur auf vielen Umwegen und Irrwegen kommt er mühsam vorwärts. Auch der forschende Menschengeist hat das große Ziel, die Bewegungen der Planeten in einem einzigen Gesetz zusammenzufassen, nicht auf einmal erreicht. Vielfach waren die Irrwege, mühsam das Vorwärtstasten, bis endlich die größten Geister des Menschengeschlechtes in hartem Ringen durch Jahrhunderte, durch Jahrtausende sich zu jener großen Erkenntnis durcharbeiteten.

Die anhaltende Beschäftigung mit den Erscheinungen des Erdmagnetismus von 1596 an hat auf die Ideenwelt Keplers und auf dessen Vorstellungen über die Ursachen der Bewegungen der Planeten den nachhaltigsten Einfluß ausgeübt. Von der „Attraktionskraft“, welche von einem Magneten auf eine Nadel ausgeübt wird, gehen seine Gedanken allmählich auf die Attraktion der Himmelskörper. Auf seine magnetischen Vorstellungen gründet sich sein Bestreben, die Vorgänge in unserem Planetensystem rein mechanisch zu begreifen und alles auf physikalische Gesetze zurückzuführen. Daß er das planmäßig tat, sehen wir am besten aus seinem Briefe an Herwart von Hohenburg: „Mein Ziel ist es, zu zeigen, daß die himmlische Maschine gleichsam eine Art Uhrwerk ist, insofern nahezu alle die mannigfaltigen Bewegungen von einer einzigen Kraft besorgt werden, wie bei einem Uhrwerk alle Bewegungen von einem fallenden Gewicht.“

Es sind originelle physikalische Vorstellungen, auf welchen sich die mathematischen Entwicklungen Keplers und seine Lehren von der allgemeinen Attraktion aufbauen.

Die Planeten scheinen zwischen den Fixsternen oft merkwürdig verschlungene Bahnen zu beschreiben. Wie können sie ihren Weg finden? Wie bleibt die wunderbare Ordnung dort oben aufrecht erhalten? Die alten Philosophen suchten die Lösung dieser Frage, die das Menschen-

¹⁹ Siegm. Günther. Sonderdruck. S. 62.

geschlecht von Anfang an in ihren Bann zog, darin, daß sie die Himmelskörper befeelt glaubten. Wo Bewegung ist, mußte nach ihrer Meinung auch ein bewegendes Prinzip vorhanden sein, und dieses dachten sie sich in Analogie der Seele, des Bewegungsprinzips des menschlichen Körpers. So sprach schon Platon, der in Weiterverfolgung der Lehren der Pythagoreer den heliozentrischen Anschauungen bereits recht nahe gekommen war, von einer Weltseele als dem bewegenden Prinzip der Welt — und diese Weltseele sollte auf der Sonne ihren Sitz haben.

In den Tagen des Wiederauflebens der alten Wissenschaften, in der Blütezeit der Renaissance war diese Vorstellung von einer Beseelung der Himmelskörper ganz allgemein verbreitet; der junge Kepler — mit Platons Schriften wohl vertraut — hat schon als Student in Tübingen dieses Bild in sich aufgenommen. In seinem Erstlingswerke „Mysterium Cosmographicum“ ist von jener „Anima“ noch viel die Rede. Aber allmählich im Laufe der Jahre erfuhr diese Vorstellung in seinem Geiste eine merkwürdige Wandlung: Die Vorstellung von einer Beseelung wird zur Vorstellung von einer Kraft, die vom Zentralkörper ausgeht; sie wird langsam zum Kraftbegriff im Sinne der neueren Physik. An die Stelle des Wortes „Anima“ (Seele) tritt das Wort „Vis“ (Kraft).

Er fängt an, von einer allgemeinen Attraktionskraft zu sprechen, welche alle Bewegungen in unserem Planetensystem verursacht und beherrscht.

Diese Entwicklung erzählt uns Kepler selbst in der zweiten Auflage seines Werkes „Mysterium Cosmographicum“: „Dereinst war ich des festen Glaubens, daß die die Planeten bewegende Ursache eine Seele sei. Als ich aber darüber nachdachte, daß diese bewegende Ursache mit der Entfernung abnimmt, genau wie auch das Licht der Sonne mit der Entfernung von der Sonne schwächer wird, zog ich den Schluß, diese Kraft sei etwas Körperliches; dieses Wort „Körperlich“ freilich nicht im eigentlichen Sinne, sondern nur der Bezeichnung nach, wie wir auch sagen, das Licht sei etwas Körperliches, und damit eine von dem Körper ausgehende, jedoch immaterielle Spezies meinen.“²⁰

Kepler will nicht bloß die Bewegungen der Himmelskörper möglichst vollkommen darstellen, er will auch die Bewegungsgesetze begründen. Was früher die kristallinen Himmelsphären und die festen Kreise auf ihnen, welche mit gleichförmiger Geschwindigkeit umlaufen und die einzelnen Planeten dabei mitnehmen, leisten sollten, das müssen jetzt die „Virtutes corporatae“ (im Körperlichen haftende Kräfte) besorgen. Die Planeten erscheinen nunmehr frei, nicht mehr angeheftet an die Sphären; sie sind Kugeln, welche freischwebend im Raume sich bewegen — und diese Bewegungen sind begründet durch Kräfte, welche vom Zentralkörper ausgehen und welche mit der Entfernung abnehmen; wirklich ein vollkommenes neues Weltbild, das jener große, tiefe Denker entwirft.

An der Entwicklung, welche endlich zur Aufstellung des allgemeinen Gravitationsgesetzes durch Newton führte, hat Kepler den bedeutendsten Anteil: seine Vorstellungen über die magnetischen Kräfte im Kosmos sind

²⁰ M. Caspar. Übersetzung von Kepler's *Mysterium Cosmographicum*. S. 129.

in diesem Werdegang von größter Wichtigkeit. Heute wissen wir, daß diese magnetischen Vorstellungen einen Umweg, ja teilweise einen Irrweg bedeuten — magnetischer Art sind die Anziehungskräfte zwischen den himmlischen Massen wohl gewiß nicht; aber vergessen wir hier ja nicht: Auch unsere Kenntnisse von dem Wesen der allgemeinen Schwerkraft sind nicht allzu tiefe und hoffentlich hat die Menschheit am vierhundertsten Todestage Keplers einen besseren Einblick in jenes geheimnisvolle Naturgeschehen als wir.

Wenn Kepler um die Jahrhundertwende allmählich begann, sich von den alten Vorstellungen der Befehlung der Himmelskörper loszulösen (das vollzog sich begreiflicherweise nicht auf einmal, sondern ganz schrittweise, wie wir aus seinen Schriften und besonders aus seinen Briefen sehr schön verfolgen können), so war das eine unmittelbare Folge seiner Beschäftigung mit den magnetischen Erscheinungen. Die Anziehung, welche er zwischen magnetisch erregten Körpern wahrnahm, schien ihm ein Sinnbild für die Anziehung zwischen den Himmelskörpern zu sein. Und gerade damals (um 1600) erschien das hochbedeutfame Werk des Engländers Gilbert über den Magnetismus, wo die Erde als ein großer Magnet betrachtet wird; die in jenem Werke niedergelegten Anschauungen regten Kepler mächtig an und befräkten ihn in seinen Vorstellungen.

Die erdmagnetischen Erscheinungen zeigten unwiderleglich, daß man die Erde als einen großen Magneten auffassen könne und müßte. Diese Vorstellung überträgt Kepler auf die anderen Planeten, die er für große, kugelförmige Magnete hält — er überträgt sie aber auch auf die Sonne; zwischen ihr und den Planeten machen sich Anziehungskräfte geltend wie zwischen den Magneten — die Kräfte des kosmischen Magnetismus; solche Anziehungskräfte machen sich aber auch geltend zwischen Erde und Mond und zwischen der Erde und dem fallenden Stein — die Kräfte des tellurischen Magnetismus. „Der Erdmittelpunkt zieht mit einer magnetischen Kraft den Stein stärker an, als wenn er mit den Fesseln von hundert Ketten irgendwo an die Erde gebunden wäre.“²¹

Daß zwischen kosmischem und tellurischem Magnetismus, daß zwischen den himmlischen und irdischen Erscheinungen keinerlei qualitativer Unterschied, vielmehr eine innige Verwandtschaft besteht, darüber wird er sich mehr und mehr klar, wie gerade seine Ausführungen in Kapitel 38 seiner „Astronomia Nova“ uns zeigen, Ausführungen, die später für Newton so bedeutungsvoll werden sollten.

Die Anschauungen Keplers über diese Zusammenhänge haben im Laufe der Zeit wohl mancherlei Wandlungen durchgemacht; aber etwas Verwandtes haben diese magnetischen Kräfte und die Schwerkraft in seinen Betrachtungen von Anfang an. Bereits am 6. August 1599 schreibt er an Herwart von Hohenburg:

„Täglich neige ich mehr und mehr der Anschauung zu, daß die magnetische Kraft und die Schwerkraft der irdischen Gegenstände von der nämlichen Art ist, wie auch diese der ersteren unterworfen ist.“

²¹ Brief an Fabricius vom 11. X. 1605. „J. Kepler in seinen Briefen“ von Caspar und von Dyck. I. S. 254.

In einem Briefe an Mästlin vom 5. März 1605²² lesen wir:

„Nun muß man auch jede Planetenkugel magnetisch oder quasi-magnetisch annehmen (denn der Magnetismus ist mir ein Gleichnis, nicht vollkommen die Sache selber) ...“

oder in einem Briefe an David Fabricius²³ vom 11. Oktober 1605:

„Ich definiere die Schwere oder die Kraft, die von innen den Stein bewegt, als eine magnetische Kraft...“

Besonders wichtig für unser Problem scheinen jene Worte zu sein, mit denen er in seinem Buche „Somnium“, das erst nach seinem Tode der Öffentlichkeit übergeben wurde, die wechselseitige Anziehung zweier Körper durch die Schwere definiert: „Die Schwere mit ihrer wechselseitigen Anziehung definiere ich als eine Fähigkeit, welche der magnetischen ähnlich ist. Die Kraft dieser Anziehung ist größer, wenn die Körper einander nahe sind, als wenn sie voneinander weiter entfernt sind.“

Über die Art der Abhängigkeit dieser Kraft von der Entfernung haben Keplers Anschauungen gewechselt. Besondere Beachtung aber verdient eine Stelle in seiner „Astronomia Nova“²⁴, welche uns zeigt, daß er das Richtige wenigstens ahnte und daß er an folgende Möglichkeit dachte: „Nun aber scheint die von der Sonne ausströmende Kraft im quadratischen oder kubischen Verhältnis der Abstände zu- und abnehmen zu müssen.“

Durch welche Kraft wird bewirkt, daß die Planeten um die Sonne kreifen?

In seinem „Lehrbuche der kopernikanischen Astronomie“²⁵ schreibt Kepler: „Die Sonne ist der Sitz der Bewegung der Planeten, wie sie der Sitz des Lichtes und der Wärme ist.“

Kepler hat das 13. und 14. Kapitel des Werkes „De Mundo“ von Aristoteles übersetzt und mit Anmerkungen versehen. Hier findet sich der Satz²⁶: „Die Erde . . . zeucht an sich durch eine magnetische Kraft alle andere leibliche Geschöpfe. Das thuet alles die Erde mit ihrem magnetischen Zug. . . . Es gehöret außerhalb ihrer eine magnetische Kraft dazue, durch welche sie herumgeführt werde. Die ist nun in dem überaus großen Körper der Sonnen eingewurzelt, von dannen sie in die weite Welt ausfließet und alle Planeten, wann sie einen jeden erreicht, den Weg herumraffet . . .“

Über den Mechanismus, wie die Sonne durch diesen kosmischen Magnetismus die Planeten mit sich fortreißt und dieselben zwingt, auf einer Ellipse sich zu bewegen, machte er sich folgendes Bild: Die Sonne ist ihm, wie gesagt, ein großer, mächtiger Magnet; von ihm gehen die anziehenden Kräfte aus, und zwar in Form von Fäden (oder wie wir sagen würden: in Form von magnetischen Kraftlinien). Diese Fäden entspringen nach seiner Ansicht vor allem dem Äquator der Sonne und breiten sich nach Art des Lichtes im Weltall aus.

²² Caspar und von Dyck. J. Kepler in seinen Briefen. I. S. 222.

²³ Caspar und von Dyck. J. Kepler in seinen Briefen. I. S. 254.

²⁴ Astronomia Nova. Kapitel 36. Übersetzung von Caspar. S. 232.

²⁵ Epitome. Buch IV. Teil 3. Frisch Bd. VI. S. 343.

²⁶ S. Günther. Sonderdrift. S. 62.

Nun macht er die weitere Annahme, daß sich die Sonne um eine Achse dreht, genau wie die Erde. An dieser Drehung nehmen auch jene Fäden teil, wodurch dann die Planeten von der Sonne nachgezogen, von ihr mitgerissen werden. Diese Ideen entwickelte er vor allem in Kapitel 34 seiner „Astronomia Nova“, welches die Überschrift trägt: „Der Sonnenkörper ist magnetisch und dreht sich auf seinem Platze.“

Man sieht, das Bild, welches sich Kepler von dem Mechanismus dieser Vorgänge macht, ist nicht ganz richtig und diese Vorstellungen muten uns heute recht merkwürdig an; und doch haben jene Ideen den tieferen Einblick allmählich vorbereiten helfen.

Seine Forderung, daß der Sonnenkörper sich um eine Achse dreht, war anfänglich eine reine Hypothese; aber bald darauf sollte er die Freude erleben, daß diese Hypothese durch die Beobachtung der Sonnenflecken bewiesen wurde. Diese Messungen gestatteten auch, die wirkliche Rotationsdauer der Sonne zu bestimmen (25 bis 28 Tage), während Kepler ursprünglich eine viel zu kurze Zeit (ein paar Tage bloß) angenommen hatte.²⁷

Der oben kurz skizzierte Mechanismus, wie die Sonne die Planeten mitreißen soll, würde fürs erste erwarten lassen, daß die Bahnen der Planeten Kreise sind. Nun aber haben seine Bahnrechnungen für Mars ergeben, daß es sich nicht um Kreise, sondern um Ellipsen handelt. Auch das will er erklären, und zwar durch die Eigenschaften der magnetischen Achsen der Planeten. Wie die Erde magnetische Pole hat, so sollen auch die Planeten solche haben, und zwar einen der Sonne freundlichen Pol und einen feindlichen Pol. Die Achse soll nun angenähert immer nach dem nämlichen Punkte des Himmels gerichtet sein; dadurch kommt es, daß beim Umlauf bald der freundliche Pol des Planeten der Sonne zugekehrt ist — infolgedessen verstärkte Anziehung und damit Verkürzung des Abstandes. Nach einem halben Umlaufe ist der feindliche Pol der Sonne zugekehrt — infolgedessen Abstoßung und Vergrößerung des Abstandes.

So muß sich als Bahnform eine Ellipse ergeben und nicht ein Kreis. Das erläutert Kepler ausführlich mit Bildern in seinem „Lehrbuche der kopernikanischen Astronomie“ (Epitome, Buch IV). Da aber die Grundlagen dieser Theorie heute längst überholt sind, so mag der kurze Hinweis genügen.

In analoger Weise wie die Planetenbewegung sucht Kepler auch die Bewegung des Mondes um die Erde darzustellen. In Epitome²⁸ Buch IV schreibt er: „wie der Magnet einen Magneten oder das Eisen anzieht, so wirkt zwischen Mond und Erde die Verwandtschaft der Körper“ (durch die Schwere, welche von der Erde ausgeht). „So kann man wohl auch vom Monde annehmen, daß er durch den verwandten Körper der Erde bewegt wird.“

²⁷ Brief Kepler's an Malcotius. S. J. in Brüssel vom 18. Juli 1613. (Briefsammlung von Caspar und von Dyck. II. S. 21.)

²⁸ Frisch. Bd. VI. S. 361.

In Kapitel 37²⁹ seiner „Astronomia Nova“ faßt er das Ergebnis seiner Betrachtungen in folgenden Worten zusammen: „Man sieht, daß diese physikalischen Spekulationen geeignet sind, auch den Erscheinungen, die der Mond darbietet, zu genügen, und daß der Mond bei seiner Bewegung um die Erde nicht unmittelbar von der Sonne angetrieben wird, sondern von einer gewissen bewegenden Kraft, die in der Erde verborgen ist und von hier aus ihre immaterielle Spezies nach dem Mondkörper schleudert; und zwar ist diese Kraft stärker auf der Linie, die die Mittelpunkte der Sonne (der primären Quelle) und der Erde miteinander verbindet.“

Solche Überlegungen haben Kepler in der richtigen Beurteilung der Schwerkraft so weit gebracht, daß er die Wege abschätzt, um welche Mond und Erde aufeinander hin sich bewegen würden, wenn sie plötzlich dem auf ihre Vereinigung hinarbeitenden Zug unbehindert nachgeben könnten.³⁰

In einem Briefe an D. Fabricius vom 11. Oktober 1605 schreibt er³¹: „Da der Mond ein der Erde verwandter Körper ist, so behaupte ich, daß sich beide Körper vereinigen würden, wenn man ihnen ihre Bewegung und ihre Seele nähme. Da der Mond etwa $\frac{1}{40}$ der Erde ausmacht, so entspricht, wenn auf 41 Teile die 60 Erdhalbmesser, die der Abstand der beiden Gestirne beträgt, kommen, 1 Teil $1\frac{1}{2}$ Erdhalbmessern. Daher liegt der Ort, an dem sich die Gestirne vereinigen würden, $1\frac{1}{2}$ Erdhalbmesser weit vom Erdmittelpunkt entfernt, gegen den Mond zu.“

Wie aus dem oben S. 270 mitgeteilten Satze können wir auch aus diesem Satze und aus dem folgenden ersehen, wie weit Kepler in solchen Betrachtungen bereits dem Satze von Wirkung und Gegenwirkung nahegekommen ist: „Wenn man daher einen Stein, der in einem merklichen Größenverhältnis zur Masse der Erde steht, hinter die Erde setzen und den Fall annehmen würde, daß beide von jeder anderen Bewegung frei sind, so behaupte ich, würde nicht nur der Stein auf die Erde zufließen, sondern auch die Erde auf den Stein zu; sie würden den zwischenliegenden Raum im umgekehrten Verhältnis ihrer Gewichte teilen.“³²

Die Parallele mit den magnetischen Erscheinungen läßt ihn auch die Bedeutung der Massen durch innere Intuition ahnen, welche miteinander in Wechselwirkung treten, und er spricht in diesem Zusammenhange auch bereits wichtige Teile des Trägheitsgesetzes aus: „Man darf die Planetenkörper in ihrer Bewegung oder Translation um die Sonne nicht als mathematische Punkte betrachten, sondern muß sie als materielle Körper ansehen, die etwas wie ein Gewicht besitzen, insofern sie mit der Fähigkeit ausgestattet sind, einer ihnen von außen aufgezwungenen Bewegung nach Maßgabe der Masse ihres Körpers Widerstand zu leisten. Denn da jegliche Materie zur Ruhe neigt an dem Orte, an dem sie sich befindet (wenn nicht ein benachbarter Körper sie durch eine magnetische Kraft an sich zieht), geschieht es, daß die bewegende Kraft

²⁹ Caspar. Übersetzung der Astronomia Nova. S. 236.

³⁰ Siegm. Günther. Sonderchrift. S. 65.

³¹ Caspar und von Dyck. J. Kepler in seinen Briefen. I. S. 256.

³² Kepler an D. Fabricius. 11. Okt. 1605. Briefsammlung von Caspar und von Dyck. I. S. 254.

der Sonne in Widerstreit gerät mit dieser Trägheit der Materie, wie an der Waage zwei Gewichte miteinander streiten, und daß aus dem Verhältnis der beiden Kräfte schließlich eine größere oder geringere Geschwindigkeit der Planeten herauskommt.“³³

Bei der Besprechung der Beziehungen zwischen Erde und Mond kommt Kepler oftmals auch auf die Erscheinung der Ebbe und Flut zu sprechen, die er vielfach (allerdings nicht immer) durch Massenanziehung, bedingt durch eine magnetische Kraft, zu erklären sucht, z. B. in einem Briefe an Herwart von Hohenburg (Januar 1607): „Vom Monde werden die Meere angezogen, wie von der Erde alles Schwere angezogen wird“; oder in seiner Überetzung der Schrift³⁴ „De facie in orbe lunae“: „Der Mond zieht als Masse (eine Masse, welche der Erde verwandt ist) durch eine magnetische Kraft die Gewässer nach sich.“ Zu dieser Stelle bemerkt S. Günther: „Von neuem sehen wir, wie dem rastlosen Denker der Begriff der *M a f f e n a t t r a k t i o n* von Jahr zu Jahr mehr in Fleisch und Blut übergeht.“

Daß auch die Sonne durch ihre Anziehungskraft die Erscheinung der Ebbe und Flut beeinflusst, erkannte Kepler bereits: „Die Ursache für die Gezeiten des Meeres scheint der Sonnenkörper und der Mondkörper zu sein, welche beide durch eine gewisse Kraft, die der magnetischen Kraft ähnlich ist, die Gewässer des Meeres nach sich ziehen.“³⁵

Wenn man alle die Stellen in Keplers Schriften und Briefen überblickt, die von den Ursachen der Bewegung der Planeten handelt, so kann man gewiß nicht behaupten, daß man den Eindruck der Einheitlichkeit und der Abgeschlossenheit hätte: die Anschauungen wechseln, sie wechseln teilweise sogar sehr stark und immer wieder bricht da und dort auch die alte Vorstellung von einer Befehlung der Himmelskörper, im besonderen die von einer Befehlung der Sonne durch. In seiner Ideenwelt ist eben das große Problem erst im Werden, in der Entwicklung.

Will man aber seine Bedeutung für die Entwicklung des mechanischen Weltbildes, das im Gravitationsgesetze seinen höchsten Ausdruck findet, und sein bewundernswertes Intuitionsvermögen erfassen, so vergleiche man das alte Weltbild mit seinen kristallinen Sphären, die sich mit gleichförmiger Geschwindigkeit umdrehen, mit seinen Epicyclen usw. und jenes Weltbild, welches Keplers Genie schuf — die Vorstellung von den freischwebenden Planetenkugeln, deren Bewegungen durch eine allgemeine Attraktionskraft beherrscht werden, welche von der Sonne ausgeht!

Fürwahr, eine riesenhafte Leistung! Diese Vorstellung führt die Menschheit wirklich in ein neues, unbekanntes Land. Daß die Schritte im Anfange nicht alle ganz zielgemäß waren, daß es ein mühseliges Vorwärtstasten war auf Irrwegen und Umwegen — wer wollte es auch anders erwarten?

Bietet denn die Atomforschung unserer Tage ein anderes Bild?

³³ *Mysterium Cosmographicum*. Anm. 6 zu Kap. 16 der zweiten Auflage. S. 105 der Überetzung von Caspar.

³⁴ S. Günther. *Sonderchrift*. S. 63. *Früch.* VIII. S. 118.

³⁵ *Früch.* VIII. S. 61.

Litteratur.

- P. Anschütz: Ungedruckte wissenschaftliche Korrespondenz zwischen Johannes Kepler und Herwart von Hohenburg. Prag 1886.
- M. Caspar: Kepler's Weltgeheimnis. Augsburg 1923. Verlag Dr. Benno Filser.
- M. Caspar: Johannes Kepler. Neue Astronomie. München-Berlin 1929. Verlag R. Oldenbourg.
- M. Caspar und W. von Dyck: Johannes Kepler in seinen Briefen. 2 Bde. München und Berlin. 1930. Verlag von R. Oldenbourg.
- Frifch: Joannis Kepleri Astronomi Opera Omnia. Erlangen und Frankfurt. 1858—1871. Im Vorstehenden zitiert als Frifch.
- Ludwig Günther: Die Mechanik des Weltalls. Eine volkstümliche Darstellung der Lebensarbeit Johannes Keplers, besonders seiner Gesetze und Probleme. Leipzig. Teubner. 1909.
- Siegmund Günther: Johannes Kepler und der tellurisch-kosmische Magnetismus. Penck's Geographische Abhandlungen. Band III. Heft 2. S. 1—72 (S. 241—315). Wien und Olmütz. Eduard Hölzel. 1888. (Diese Abhandlung, welche im ersten Teile eine sehr lesenswerte Zusammenstellung der erdmagnetischen Forschung vor Kepler enthält, ist im Vorhergehenden als „Siegmund Günther. Sonderdruck“ zitiert.)
- Siegmund Günther: Kepler und Galilei. A. Ziemsen Verlag. Wittenberg, Bez. Halle. (Sammlung Geifteshelden.)
- Hoppe: Mathematik und Astronomie im klassischen Altertum. Heidelberg. 1911.

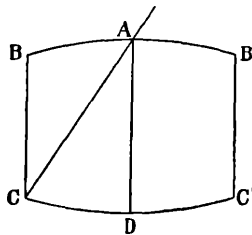
ÜBER KEPLERS „NEUE STEREOMETRIE DER FÄSSER“.

VON

OBERSTUDIENDIREKTOR DR. HEINRICH WIELEITNER,
HONORARPROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN.

I.

Im Jahre 1615 hat Kepler zu Linz, wo er seit 1612 als kaiserlich-ständischer Mathematiker von Ober-Osterreich angestellt war, ein Buch herausgegeben, das er „Neue Stereometrie der Weinfässer“ betitelte.¹ Er hatte im Spätjahr 1613 42jährig nochmals geheiratet und von der Ernte des reichen österreichischen Weinjahres sich einige Fäßlein für den Haustrunk eingelegt. Das schildert er selbst sehr launig in der Widmung des Werkes. Als es ans Zahlen ging, kam der Verkäufer mit einem einfachen Stabe, einer „Visserrute“. Diese steckte er in gewisser Weise ins Spundloch *A*, bis sie nämlich mit der Spitze den gegenüberliegenden unteren Rand *C* eines Faßbodens erreichte (f. Figur 1²), und las dann am Spundloch eine Zahl auf



(Fig. 1)

¹ Nova Stereometria doliorum vinariorum, in primis Austriaci, figurae omnium aptissimae; et usus in eo virgae cubicae compendiosissimus & plane singularis. . . . Authore Joanne Keplero Anno M.DC.XV. Lincii. Excudebat Ioannes Plancus sumptibus Authoris. 56 unpaginierte Bl. 4^o.

² Im Keplerschen Original sind die Figuren sehr schlecht. Frisch hat neue gute Zeichnungen gemacht. Die Figuren dieses Aufsatzes entsprechen nur in den wesentlichen Dingen denen Keplers; zum Teil sind sie ganz neu, wo es nötig war.

der Rute ab; das war die Zahl der Eimer, die das Faß enthielt. Es wollte nun Kepler, der offenbar in Württemberg die viel genaueren rheinischen Faßmengen kennen gelernt hatte, als Mathematiker gar nicht einleuchten, wie dieses kurfürstliche österreichische Verfahren bei der Verschiedenheit der Faßformen auch nur annähernd immer den richtigen Inhalt geben könne. Er setzte sich hin und dachte darüber nach. Den Hauptpunkt hatte er bald heraus, und das hätte nur ein paar Druckseiten gegeben. Aber trotz der Bemühungen seines Freundes Markus Welser in Augsburg, fand er für die kurze lateinische Abhandlung keinen Drucker, der sie auf eigene Kosten verlegt hätte. In der Zwischenzeit faßte Kepler das Problem allgemeiner, und so entstand ein weit umfangreicheres Werk, bei dem die Anwendung auf die Fässer, wenn sie auch überall zutage tritt, doch mehr als Anhang wirkt; ein Werk, das Kepler selbst als Fortsetzung der Archimedischen Untersuchungen über die Rauminhalte der einfachen Körper auffaßte und das als eine wichtige Stufe in der Geschichte der Integrationen vor Erfindung der Integralrechnung gilt.

Über dieses Werk ist schon öfter Bericht erstattet worden. Zuerst hat A. G. Kästner eine ausführliche Inhaltsangabe veröffentlicht. Er sagt aber selbst „Ich habe das nie gesehen“, und sein Bericht ist demgemäß aus zweiter Hand.³ Nur über den von Kepler im nächsten Jahre veröffentlichten deutschen Auszug aus dem lateinischen Original, der wesentlich gekürzt, lediglich das Praktische, dazu aber viele allgemein metrologische Ergänzungen enthält,⁴ konnte Kästner aus eigener Anschauung Kunde geben. Sehr beachtenswert sind die Einleitung und die Anmerkungen, die Ch. Frisch in seiner Gesamtausgabe der Werke Keplers unserer Schrift beigab.⁵ Kurz, aber mit mehreren Originalzitate belegt, ist das Urteil von C. I. Gerhardt.⁶ M. Cantor gab in seinen Vorlesungen etwas mehr;⁷ seine Ausführungen sind schon in mehreren Punkten, besonders durch G. Eneström, berichtigt worden. Kürzer, aber tiefer ist das, was H. G. Zeuthen über die Kepler'sche Schrift sagte.⁸ In den kompändöseren mathematischen Geschichtswerken ist Keplers Doliometrie

³ Geschichte der Mathematik, ufw. III. Bd. Göttingen 1799, S. 313—331.

⁴ Auszug auß der Vralten MesseKunst Archimedis, ufw. (Schrecklich langer Titel). Lintz 1616. Vom Authore verlegt. (4) + 116 S. 4^o.

⁵ Joannis Kepleri . . . Opera omnia, ed. Ch. Frisch, Vol. IV, Francofurti a. M. et Erlangae 1861, S. 551—646. Vorrede von Frisch S. 547—550. Fußnoten, mit Berücksichtigung der Vorarbeiten, S. 647—665. Ich zitiere nach dieser Ausgabe.

⁶ Geschichte der Mathematik in Deutschland. München 1877, S. 109—112. — Schon vorher in „Die Entdeckung der höheren Analysis“. Halle 1855, S. 15—18.

⁷ Vorlesungen über Geschichte der Mathematik. II. Bd. 2. Auflage, Leipzig 1900, S. 822—829. Im J. 1923 erschien von diesem Band ein unveränderter Neudruck.

⁸ Geschichte der Mathematik im XVI. und XVII. Jahrhundert. Leipzig 1903, S. 248—252, 319/20.

nur sehr gelobt; doch kann sich aus den knappen Worten kein Leser ein Bild machen.⁹

Es bleibt noch ein eigenes Wort zu sagen über die deutsche Übersetzung der Doliometrie, die im Jahre 1908 in der Ostwaldschen Klassiker-Sammlung herausgegeben wurde.¹⁰ Ich möchte die Übersetzung selbst im ganzen als gut bezeichnen. Keplers Latein ist nicht immer leicht verständlich, seine Überlegungen sind es noch weniger, und wenn das Deutsche dann nicht klarer ist, braucht man sich nicht zu wundern. Es war wohl auch überhaupt die erste größere Übersetzung aus Kepler. Die Anmerkungen des Übersetzers sind ebenfalls nicht schlecht. Nach seiner ausdrücklichen Versicherung hat er die zahlreichen Erläuterungen von Frisch nur wenig benützt. Statt ihrer gibt er vielfach andere. Eine Verschmelzung der beiderseitigen Gesichtspunkte wäre sehr nützlich gewesen. Manchmal allerdings, und gerade an wichtigen Stellen, lassen beide im Stich. Eines ist aber schlimm an dieser Übersetzung: Sie ist unvollständig. So gibt sie nicht den ganzen Kepler. Nicht nur, daß im Haupttext Verschiedenes gekürzt ist (wobei auch gelegentlich Umnumerierungen vorgenommen wurden), der dritte, ganz praktische Teil, der also das eigentliche Ziel Keplers darstellt, ist sehr stark zusammengestrichen. Ja von der ersten Hälfte des ersten Teils, die Kepler „Archimedische Stereometrie“ nannte, hat der Übersetzer nur die 17 Sätze, und diese zum Teil mangelhaft, wiedergegeben,¹¹ die Beweise ganz weggelassen. Das ist ein großer Mangel; denn gerade diese Beweise gehören zum Originellsten des ganzen Werkes und zeigen uns den echten Kepler. Auch Keplers Widmung hätte unbedingt ganz übersetzt werden müssen, und die darauf folgende Einleitung (preambulum) sollte nicht fehlen. Will man also Keplers Doliometrie ganz kennen lernen, muß man immer noch zum Original greifen.

II.

Bei dem Umfang des Keplerschen Werkes wird man nicht erwarten können, daß ich hier alle einzelnen Sätze desselben genau bespreche. Immerhin steht mir soviel Raum zur Verfügung, daß es möglich sein wird, ein erstes vollständiges Bild des Werkes dem zu geben, der es nicht selber studieren will. Aber auch dem, der es selbst zur Hand nimmt, hoffe ich über das von meinen Vorgängern Gebotene hinaus nützen zu können. Es wird möglich sein, die Hauptätze und Gedanken, die im Original und in

⁹ Ich erwähne nur noch die „Geschichte der Mathematik“, II. Teil, 1. Hälfte, von H. Wieleitner (der betr. Text ist in der Hauptsache von A. v. Braunnühl), Leipzig 1911, S. 107, und die Geschichte der Mathematik von W. W. Rouse Ball. S. z. B. die französische Ausgabe „Histoire des mathématiques, trad. sur la 3^e éd. angl. Tome I^{er}. Paris 1927, S. 264.

¹⁰ Neue Stereometrie der Körper, usw. Aus dem Lat. überf. u. hrsgg. von R. Klug. Leipzig 1908 (Ostw. Klaff. 165). 130 S. kl. 8^o.

¹¹ Bei Satz XVI z. B. steht nur die ziemlich belanglose Einleitung, aber nicht der Hauptsatz. Dieser kommt im Original freilich erst am Schluß, wird jedoch in der Übersetzung von Klug auf S. 28 bewiesen.

der Übersetzung keineswegs überall deutlich hervortreten, klar wiederzugeben und die an den bisherigen Darstellungen geübte, verstreute Kritik zusammenzufassen und zu ergänzen. Was die Fehler betrifft, die Kepler selbst gemacht hat, so wollen wir seine eigene Mahnung beherzigen, die er an den Schluß stellte: Wir wollen auf sie zwar hinweisen, aber uns nicht schadenfroh dabei aufhalten. Denn was Kepler an Neuem, Fruchtbringendem in dem Buche gab, übersteigt bei weitem die Fehler, die man der Zeit und der Natur Keplers zugute halten darf. Mein Bericht wird, so hoffe ich, auch eine Vorstellung von der Arbeitsweise Keplers geben, wenn ich auch nur einige Sätze mathematisch ausführen werde.

Wiewohl Kepler an dem Werke noch arbeitete, während der Anfang schon gedruckt war (s. S. 612), ist die Einteilung doch klar und übersichtlich. Das Ganze hat drei Teile. Von diesen ist der dritte, rein praktische Teil der kürzeste. Der erste Teil ist der längste. Er hat zwei Unterabteilungen. Die erste Unterabteilung, die im Kopftitel „Archimedische Stereometrie“ heißt, hat 17 Sätze, die sich auf den Rauminhalt und die Oberfläche der einfachen runden Körper beziehen. Die zweite Unterabteilung überschreibt Kepler im Text selbst mit „Ergänzung zu Archimedes“. Sie hat 13 Sätze (Satz XVIII—XXX) und bringt viel Neues. Kepler erzeugt Körper, indem er sämtliche Kegelschnitte nicht nur, wie das schon Archimedes getan hatte, um ihre Achsen rotieren läßt, sondern um gerade Linien, die zu den Achsen parallel sind, oder auch um beliebige Gerade. Die letzteren sind freilich weder für seinen Zweck (die Faßform möglichst genau nachzubilden) von Belang, noch sind sie für ihn mathematisch zugänglich. Sie werden also nur der Vollständigkeit wegen aufgeführt. Von den Hauptformen bestimmt er mit Erfolg den Rauminhalt. Der zweite Teil hat die Überschrift: „Stereometrie des österreichischen Fasses im besonderen“. Den 29 Sätzen liegt ein Gedanke zugrunde: Wie verändert sich der Inhalt des halben Fasses $ABCD$ (Fig. 1), wenn die Diagonale AC fest bleibt (die Meßrupe also dieselbe Angabe macht) bei Veränderung der äußeren Form. Dabei versucht Kepler besonders die Fälle, daß die ebene Figur $ABCD$ ein Rechteck oder ein Trapez ist, mathematisch zu behandeln. Er gelangt dabei zu bemerkenswerten Ergebnissen, macht aber auch erhebliche Fehlschlüsse, die zu korrigieren seine mathematischen Mittel nicht ausreichten.

III.

Die erste Unterabteilung des I. Teiles, die „Archimedische Stereometrie“, kann auch ich hier nur kurz behandeln, um mich nicht zu sehr zu verlieren. Ich habe das an anderer Stelle näher ausgeführt.¹² Gleichwohl kann ich diesen Abschnitt nicht ganz übergehen, weil uns schon hier Kepler einen genauen Einblick in seine Geisteswerkstatt tun läßt. Diese Werkstatt enthielt vor allem nur geometrische Hilfsmittel. Die Algebra, die damals immerhin schon ziemlich entwickelt war, war nicht Keplers Stärke. In Hinsicht auf algebraische Rechnungen steht er ganz auf dem Standpunkt des Archi-

¹² Vgl. den Aufsatz „Keplers Archimedische Stereometrie“ in den *Unterr.-Bl. f. Math. u. Nat.* 36 (1930) S. 176—185.

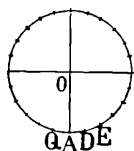
m e d e s. D. h. er kann wohl algebraische Formeln ausdrücken und mit ihnen rechnen, aber er tut das rein mit Worten, ohne jedes Symbol. Da ihm immerhin das Genie eines Archimedes nicht eigen war, hinderte ihn das sehr, und er empfand es offenbar selbst, da er öfters die „Coffisten“ als dritte Personen erwähnt und sie gelegentlich auch feierlich zu Hilfe ruft.¹³

Ein weiteres Charakteristikum Keplers ist seine völlige Gleichgültigkeit gegenüber der mathematischen Strenge des Archimedes. Dies sagt er gleich selbst am Schlusse des Praeambulums. Er wolle nur für Liebhaber der Geometrie schreiben. Die unbedingt richtigen und bis aufs Tüpfelchen vollendeten Beweise möge man aus den Büchern des Archimedes ersehen, wenn man vor dieser dornenvollen Lektüre nicht zurückschrecke. Nun konnte ja Kepler nicht wissen, daß auch Archimedes selbst eine solche heuristische „Methode“ besaß (oder wahrscheinlich entdeckt hatte), wie sie Kepler verwendete, da die betreffende Schrift des Archimedes erst i. J. 1906 wieder aufgefunden wurde (s. u.). Aber indem er die strengen Betrachtungen des Archimedes, vor allem die indirekten Beweise, über Bord warf, erfand er eben wieder die ungenaue, aber heuristisch sehr brauchbare antike Methode und gelangte mit ihr zu eigenen, weiterführenden Resultaten.¹⁴

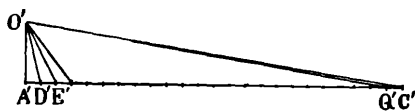
¹³ Im Satz XXIV des II. Teils (Opera IV, S. 631). Die zahlreichen Schriften von Fr. Viète († 1603), des „Vaters der Algebra“, waren alle schon vor 1600 erschienen. Wenn diese vielleicht Kepler nicht leicht zugänglich waren, so existierte seit 1608 (Romae) die auf der deutschen Schule des Michael Stifel, eines württembergischen Landmanns († 1567) beruhende, schon recht brauchbare „Algebra“ des Jesuiten Chr. Clavius, dessen „Geometria practica“ (Rom 1604) Kepler wohlbekannt war. Nach dieser Algebra von Clavius, die seitdem zu Genf (Aureliae Allobrogum 1609) und Mainz (Moguntiae 1611, als t. II der „Opera“) wieder aufgelegt worden war, hatte Descartes (geb. 1596) gelernt, der sich schon um 1620 selbst eine Buchstabenrechnung schuf, die von der heutigen nur in Kleinigkeiten abweicht. Dieselbe Möglichkeit lag für Kepler vor, und es ist nicht abzusehen, wie seine oft schrecklich geschraubten Überlegungen sich dadurch vereinfacht hätten. Aber das lag ihm offenbar nicht.

¹⁴ Kepler war hier nicht ohne Vorgänger. Der erste Fortsetzer des Archimedes war, wenn man von den damals noch unveröffentlichten, aus dem Jahre 1548 stammenden Unterfuchungen *Maurolicos* absieht, *Federigo Commandino* (1565). Besonders zu nennen ist aber *Luca Valerio*, der schon moderne Züge hat. Ob dessen Schwerpunktbestimmungen von 1604 zu Kepler gedrungen waren, ist wohl ungewiß. Sicher kannte Kepler aber die infinitesimalen Betrachtungen, die *Simon Stevin* 1586 in seinen statischen Arbeiten gemacht hatte, da diese 1605/08 in einer allgemein zugänglichen Ausgabe erschienen waren. Schon Stevin hatte die Archimedische Strenge über Bord geworfen. Damit soll nicht gesagt sein, daß Kepler, der ganz andere Dinge macht, ein Nachahmer Stevins sei. Andererseits läßt sich aber auch nicht, wie bei Cantor steht und von G. Eneström in der *Bibl. math.* (3) 13 (1912/13) S. 267 schon gerügt wurde, behaupten, daß Keplers Doliometrie die Quelle aller späteren Kubaturen geworden sei. Cavalieri, der nächste, der diese Methode benützte und zu einem System ausbaute (veröff. 1635), kannte wohl Kepler, lehnte sich aber viel mehr an Valerio an, soweit er nicht Eigenes gab. Vgl. meine *Abh. „Das Fortleben der Archimedischen Infinitesimalmethoden ufw. Quellen und Studien z. Gesch. d. Math. B 1 (1930) S. 201—220.*

Ich muß dazu ein Beispiel geben, und ich muß gerade das wählen, das auch andere gegeben haben, weil es das erste und sinnfälligste ist. Ich hoffe aber, das Wesen der Sache noch etwas schärfer herauszubringen. Archimedes hat in seiner „Kreismessung“ als ersten Satz den folgenden aufgestellt¹⁵: „Ein Kreis mit dem Radius $OA = r$ (Fig. 2a) ist gleich einem bei



(Fig. 2a)



(Fig. 2b)

A' rechtwinkligen Dreieck $O'A'C'$ (Fig. 2b), dessen eine Kathete $O'A'$ gleich dem Radius OA , dessen andere $A'C'$ gleich dem Umfang des Kreises ist.“ Diesen Satz stellt Archimedes ganz in der Art der Alten ohne jede Vorbereitung an den Anfang und beweist ihn indirekt, indem er durch ein- und umgeschriebene Vielecke zeigt, daß der Kreis weder größer noch kleiner sein kann als das Dreieck. Das ist *Kepler* viel zu unanschaulich. Ihm scheint der „Sinn“ des Archimedischen Beweises der folgende zu sein.

Es wird der Kreisumfang und ebenso die Kathete $A'C'$, die ihm gleich ist, in eine sehr große Anzahl n gleicher Teile geteilt, jeder Teilpunkt $D, E, \dots Q$ in beiden Figuren mit O bzw. O' verbunden. Im Kreis denkt man sich dann die Sehnen $AD, DE, \dots QA$ gezogen. Je größer man n nimmt, desto kleiner werden diese Sehnen und desto mehr wird sich das dem Kreis eingeschriebene Vieleck $ADE \dots QA$ dem Kreis anschmiegen und ihm an Fläche gleichkommen. Die einzelnen Dreiecke dieses Vielecks kommen dabei den entsprechenden Dreiecken der Fig. 2b, nämlich $O'A'D', O'D'E', O'E'Q'$ an Fläche immer näher. Die letzteren Dreiecke haben alle die gemeinsame Höhe $O'A' = r$, die Dreiecke OAD usw. alle eine etwas kleinere, die aber in der Grenze gegen r strebt. Die Grundlinien $A'D'$ usw. sind (als Bogenlängen) alle etwas größer als die Sehnen AD usw., nähern sich aber diesen, je größer die Zahl n wird, immer mehr. Die Dreiecke $O'D'E'$ usw. haben also bei endlichem n immer eine etwas größere Grundlinie und eine etwas größere Höhe als die Dreiecke ODE usw., nähern sich aber den letzteren mit wachsendem n immer mehr. So scharf drückt sich *Kepler* natürlich überhaupt nicht aus. Ich will aber den Gedanken möglichst klar hervortreten lassen. Ob das wirklich der „Sinn“ des Archimedischen Beweises ist, möchte ich dahingestellt sein lassen. Daß *Archimedes* auch so denken konnte, ist ohne weiteres zuzugeben. Die Schwierigkeit beginnt erst. Jetzt ist nämlich zu zeigen, daß bei unbegrenzt wachsendem n der Unterschied zwischen dem Dreieck und der Kreisfläche wirklich kleiner gemacht werden kann als eine gegebene beliebig kleine Größe. Das zeigt *Archimedes* exakt. *Kepler* hingegen läßt einfach die Sehnen AD in „Punkte“ übergehen, und jeder dieser Punkte soll als

¹⁵ In der Bezeichnung und anderen kleinen Äußerlichkeiten weiche ich nach Bedarf sowohl von *Archimedes* wie von *Kepler* ab.

Basis eines gleichschenkligen Dreiecks betrachtet werden. Dann ist der Kreis dem Dreieck gleich.¹⁶ Kepler stellt allerdings diese Behauptung an den Anfang und erst bei der Erläuterung ersetzt er diese Punkte durch die kleinen Strecken $A'D'$, $D'E'$ ufw.. Den Ausdruck „unendlich klein“ gebraucht er (auch später) nicht.

In Wirklichkeit betrachtet also Kepler die Kreisfläche als die Gesamtheit aller Radien, und das Dreieck als die Gesamtheit der Strecken $O'D'$, wenn er es auch nicht so ausdrückt. Archimedes hatte in seiner (schon erwähnten) „Methodenlehre“ dieselbe Auffassung und drückte sie auch deutlich aus, ebenso Cavalieri. Es sind aber Unterschiede vorhanden. Bei Archimedes kommt die auch nur vorübergehende Ersetzung durch endliche kleine Größen nicht vor.¹⁷ Er kann dies vermeiden, da er allen seinen „Indivisibeln“ (so kann man diese um eine Dimension niedrigeren Größen nach dem Gebrauch des Mittelalters nennen¹⁸) ein Gewicht verleiht, sodaß die Summe ihrer Gewichte gleich dem Gewicht der ganzen Fläche (oder des Körpers) ist. Er macht dann alle Ableitungen mit dem Hebelgesetz. Auch Cavalieri hat ein Verfahren, das die Ersetzung durch endliche Größen unnötig macht, wenn er es auch nicht konsequent anwendet. Dieses Prinzip ist die Bewegung des Indivisibels. Der Kreis kann durch Rotation des Radius OA erzeugt werden, das Dreieck $O'AC'$ durch Drehung der Kathete $O'A'$, wenn sich diese gleichzeitig entsprechend streckt. Auf diese Weise könnten die Cavalierischen Betrachtungen, bei denen meistens parallele Indivisibeln auftreten, wohl sogar exakt gemacht werden.

Das letzte Wort „strecken“ bringt mich aber wieder zu Kepler zurück. Das was ich jetzt noch beifüge, sagt Kepler nicht hier, sondern später (s. u. S. 290 f.). Da aber bei den Körpern der Gedanke schon etwas schwieriger zu fassen ist, will ich ihn hier am Kreis, ganz im Keplerschen Sinne, erläutern. Wir denken uns die Kreisfläche aus einer unbegrenzt dehnbaren Masse und machen längs des Radius OA einen Schnitt. Dann legen wir die rechte Seite von OA an die Kathete $O'A'$ des Dreiecks $O'AC'$, suchen durch Dehnen den Punkt D mit dem Punkt D' , den Punkt E mit dem Punkt E' zur Deckung zu bringen, ufw. Der linke Rand von OA wird im Sinne des Uhrzeigers um O gedreht und immer mehr gedehnt, bis schließlich OQ sich mit $O'Q'$ und der linke Rand von OA sich mit $O'C'$ deckt. Der Kreis ist somit wirklich in das Dreieck verzerrt worden. Das ist ein ganz neuer Gedanke, der sicher nicht bei Archimedes vorkommt und diesem gewiß fremd war. Aber dieser Gedanke ist nicht nur

¹⁶ Circuli circumferentia partes habet totidem, quot puncta, puta infinitas; quarum quaelibet consideratur ut basis alicujus trianguli aequicruri: uti ita triangula in area circuli insint infinita...

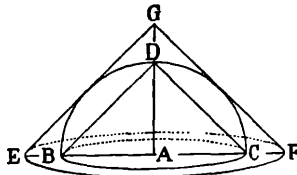
¹⁷ S. z. B. die Übersetzung in „Archimedes' Werke“, hsg. von Sir Th. L. Heath, deutsch von F. Klemm, Berlin 1914, S. 413 f.

¹⁸ Kepler hat diese Bezeichnung, die Cavalieri durchaus anwandte, noch nicht. Inwiefern auch diese Bezeichnung auf das Altertum (als Übersetzung von „Atom“) zurückgeht, möge man nachsehen in meinem IV. Quellenbändchen „Infinitesimalrechnung“, Berlin 1929, S. 22 f.

originell, sondern auch fruchtbar. Bei dieser Verdehnung gehen nämlich alle konzentrischen Kreise um O in Parallele zur Grundlinie $A'C'$ über. Durch diese Auffassung erhält man kreisförmige Indivisibeln¹⁹; denn den Kreis kann man als Gesamtheit seiner konzentrischen Kreise auffassen. Diese Gesamtheit geht dann über in die Gesamtheit der im Dreieck $O'A'C'$ zu $A'C'$ gezogenen Parallelen. Findet man eine Berechnungsmethode für die letztere Gesamtheit (als die einfachere), so hat man auch die erstere.

Damit habe ich Keplers Infinitesimalprinzip, das grundsätzlich Wichtigste seines ganzen Werkes, schon ziemlich deutlich gemacht. Aus der „Archimedischen Stereometrie“ geht aber andererseits auch eine Folgererscheinung seiner großen Phantasie hervor, die weniger erfreulich, mindestens weniger zuverlässig ist, das ist sein Arbeiten mit „Analogien“. Ein über einem Dreieck oder Vieleck als Grundfläche errichtetes Prisma (columna) erscheint ihm als „verkörperte Ebene“ (planum corporatum; Theor. III), weil es z. B. durch Schnitte parallel den Seitenkanten in demselben Verhältnis geteilt wird wie die Grundfläche. In derselben Weise entspricht dem Kreis der Zylinder. Aber auch der Kegel wird, wenn es paßt, als ein „circulus corporatus“ aufgefaßt (Theor. XVI). Solche Analogien spielen im II. Teil Kepler manchen Streich. Er ersetzt dann die analytische Behandlung, die ihm nicht gelingt, durch eine auch in der Astronomie von ihm immer angewendete, wie man wohl sagen kann, „numerische Induktion“. D. h. er berechnet eine Reihe von Zahlenbeispielen und schließt daraus auf allgemeine Sätze. Leider aber sind manchmal seine Rechnungen nicht genau genug, und die Sätze infolgedessen falsch.

Noch schlimmer wird es, wenn die Analogie in „Wahrscheinlichkeit“ ausartet. Das kann man gleich in der ersten Unterabteilung sehen. In Theorem VI gibt Kepler einen originellen „Beweis“ für den Satz, daß die Oberfläche der Kugel vom Radius $AC = r$ (Fig. 3) gleich $4r^2\pi$ ist. In dem vorhergehenden Lehrsatz hatte er gezeigt, daß (wenn ich es in unserer Sprache ausdrücke) der Mantel des der Halbkugel einbeschriebenen Kegels BCD gleich $r^2\pi\sqrt{2}$, der Mantel des entsprechenden umgeschriebenen Kegels



(Fig. 3)

¹⁹ Diese „krummen Indivisibeln“ sind demnach eine Erfindung von Kepler, nicht von Torricelli, der sie sich später zuschrieb (Opere, ed. Loria-Vassura, I, Faenza 1919, S.174). Schon Cavalieri machte ihn (7. Jan. 1642) freundschaftlich aufmerksam, daß er selbst solche gebraucht habe (Opere III, S. 66). Daß Torricelli Keplers Doliometrie gar nicht gekannt haben sollte, wäre erstaunlich, da sie von Cavalieri sehr gelobt worden war.

gleich $2r^2\pi\sqrt{2}$ ist. Es ist daher wahrscheinlich (verisimile est igitur), sagt Kepler ganz unverföhren in Theor. VI, daß die Oberfläche der Halbkugel die mittlere (geometrische) Proportionale zu den beiden Kegeloberflächen ist. Wirklich gibt $O^2 = r^2\pi\sqrt{2} \cdot r^2\pi \cdot 2\sqrt{2} = (2r^2\pi)^2$ den richtigen Wert. Aber wenn ich auch nicht annehme, daß das arithmetische Mittel ebenso wahrscheinlich gewesen wäre (weil dann ein komplizierterer Ausdruck sich ergeben hätte, und „Einfaches“ nach antiker und mittelalterlicher Denkweise auch „einfach“ ausdrückbar sein mußte), dann wäre doch sicher der Schluß ebenso berechtigt, daß daselbe, was Kepler für die Mäntel annahm, auch für die Inhalte der Körper gelte. Nun ist der innere Kegel gleich $\frac{1}{3}r^2\pi$, der äußere gleich $\frac{1}{3}r^2\pi\sqrt{2}$, das geometrische Mittel demnach $\frac{1}{3}r^2\pi\sqrt[4]{2}$, was wesentlich unter dem wahren Wert $\frac{2}{3}r^2\pi$ liegt.²⁰

IV.

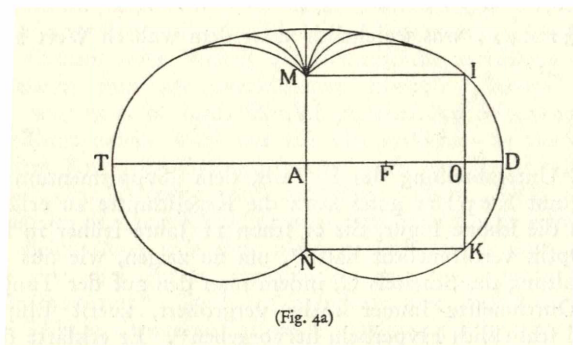
In der 2. Unterabteilung des I. Teils, dem „Supplementum ad Archimedes“, beginnt Kepler ganz kurz die Kegelschnitte zu erläutern. Er benützt dazu die schöne Figur, die er schon 11 Jahre früher in seiner geometrischen Optik veröffentlicht hatte²¹, um zu zeigen, wie aus dem Kreis unter Beibehaltung des Scheitels C, indem man den auf der Tangente in C senkrechten Durchmesser immer mehr vergrößert, zuerst Ellipsen, dann Parabeln und schließlich Hyperbeln hervorgehen²². Er erklärte dann, diese

²⁰ Der Jesuit Paul Guldin hat in seinem großen Werk „De centro gravitatis“ (Viennae Austriae 1635/41) Kepler in bezug auf seinen Mangel an Strenge mit Recht schwer getadelt (Liber quartus, 1641, Cap. IV, S. 321—339), wenn er auch seine Erfindungsgabe anerkennt. Die hierher gehörigen Stellen hat Frisch in seinen „Notae editoris“ wiedergegeben. — Eine offenbar auch schon gegen Kepler gerichtete Schrift „Vindiciarum Archimedis etc.“ (Parisijs 1616) von Alexander Anderson konnte ich ebenso wenig wie Frisch einsehen.

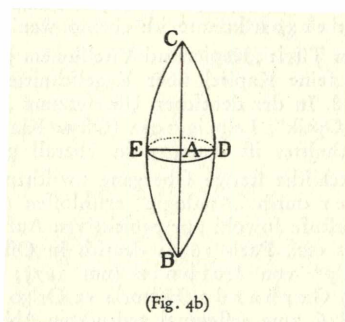
²¹ Die Schrift hat den Titel: „Kepleri ad Vitellionem paralipomena etc. (Francof. 1604); das kleine, feine Kapitel über Kegelschnitte in den Opera omnia, Bd. II, 1859, S. 185—188. In der deutschen Übersetzung „Johann Keplers Grundlagen der geometrischen Optik“, Leipzig 1922 (Ostw. Klass. 198), S. 74—78. Die Übersetzung dieses Abschnittes ist leider nicht überall gut verständlich.

²² Dieser ganz ungrichische stetige Übergang zwischen den Kurven durch das Unendliche, von Kepler durch „Analogie“ erschlossen (das Wort kommt schon dort vor) bildet eine Vorstufe sowohl zur projektiven Auffassung von G. Desargues (Brouillon project etc., Paris 1639; deutsch in Ostw. Klass., Nr. 197) als zum „Kontinuitätsprinzip“ von Leibniz (um 1675; math. Erläuterung am besten in einer bei C. I. Gerhardt, Historia et Origo etc., a. G. G. Leibnitio conscripta, Hannover 1846, zum erstenmal gedruckten Abhandlung, S. 40 f. (lat.), allgemeiner in einem Brief an H. Fabri, in Leibnizens Math. Schriften, hrsgg. von C. I. Gerhardt, 2. Abth., 2. Bd. (= Bd. V), Halle 1860, S. 129—135 (lat.) und in einem Brief an einen Unbekannten (nicht P. Varignon), in G. W. Leibniz, Hauptschriften zur Grundlegung der Philosophie, ed. Buchenau-Cassirer, Bd. II, Leipzig 1906, 2. Aufl. 1924, S. 556—559 (frz.) = S. 74—78 (dtsh.).

Kegelschnitte wolle er um geradlinige Achsen rotieren lassen, um neue Körper zu erhalten. Nur wenn die Achsen durch die Mittelpunkte der Kegelschnitte gehen, waren die Körper wenigstens teilweise schon von Archimedes behandelt worden. Um die verschiedene Lage der Achsen zu erläutern, nimmt er als Beispiel zuerst den Kreis. Dann kann die Achse ganz außerhalb des Kreises liegen, es entsteht ein Kreiswulft (Torus), wie wir sagen (Kepler einfach: annulus); die Achse kann den Kreis berühren (annulus strictus); rückt die Achse in den Kreis herein, aber nicht über den Mittelpunkt hinaus, so entsteht durch Rotation des größeren Segments der Apfelwulft (malus; Fig. 4a); durch Rotation des kleineren



Segments entsteht im gleichen Fall der Zitronenkörper (citrium; Fig. 4b). Tritt anstelle des Kreises eine Ellipse, so kann sie hochgestellt sein oder flach liegen. Im ersteren Falle entspricht dem „Apfel“ die „Quitte“ (malum cotoneum), der „Zitrone“ die „Olive“ oder „Zwetschge“ (oliva vel prunum). Wenn in Fig. 4b anstelle des Kreises oder der Ellipse eine Parabel



tritt, sodaß in E der Scheitel liegt und die Achse CB nahe beim Scheitel verläuft, so nennt er den entstandenen Körper „Spindel“ (fusum) und erklärt insbesondere die hyperbolischen Spindeln als der wirklichen Faßform sehr nahekommend, wenn man die Spitzen C und B kappt. Auf diese Weise erhält er zu den ζ Kreiskörpern, die er die Familienhäupter nennt,

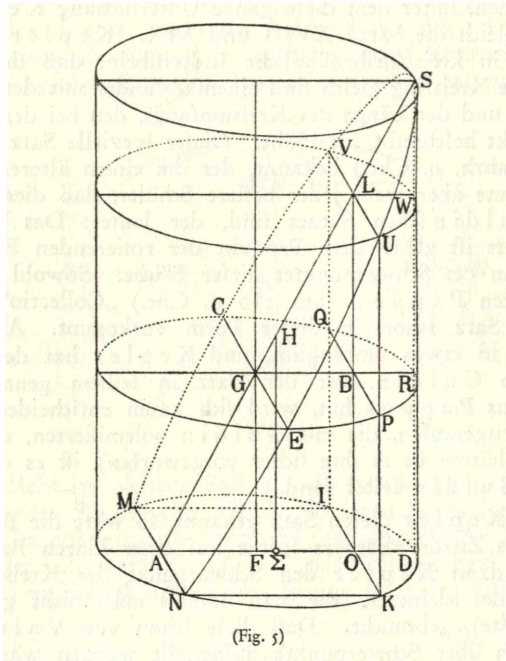
indem er alle möglichen Lagen jedes Kegelschnittes in Betracht zieht, 87 neue Formen, im ganzen 92. Mit diesen beschäftigt er sich aber nicht weiter, und ich lasse die ganze Aufzählung weg.²³

Das ist fozufagen die Einleitung dieses Teiles. Jetzt folgen die Sätze mit Beweisen scharf aufeinander, nur durch Zufätze und Zahlenbeispiele getrennt. Bevor ich zu diesen Sätzen übergehe, muß ich einen wesentlichen Mangel erwähnen, unter dem diese ganze Untersuchung Keplers leidet. Nehmen wir gleich die Sätze XVIII und XIX. Kepler beweist durch Zerfchneidung in kreisfcheibenähnliche Indivisibeln, daß der offene und der geschlossene Kreisring gleich sind einem Zylinder mit dem erzeugenden Kreis als Basis und der Länge des Kreisumfangs, den bei der Rotation der Kreismittelpunkt beschreibt, als Höhe. Dieser spezielle Satz war Heron (wahrsch. 3. Jahrh. n. Chr.) bekannt, der ihn einem älteren Schriftsteller entlehnte. Heute aber weiß jeder bessere Schüler, daß dies einfache Beispiele des Guldin'schen Satzes sind, der lautet: Das Volumen eines Rotationskörpers ist gleich dem Produkt der rotierenden Fläche mit der Länge der Bahn des Schwerpunktes dieser Fläche. Sowohl Kepler als Guldin hatten Pappos' (um 280 n. Chr.) „Collectio“ gelesen, wo der allgemeine Satz schon in dieser Form vorkommt. Aber das Werk des Pappos ist etwas umfänglich, und Kepler hat den Satz leider übersehen. Ob Guldin, der den Satz in seinem genannten Werke mitteilt, ihn aus Pappos hat, wird sich kaum entscheiden lassen. Da aber andere Zeitgenossen, die mit Guldin polemisierten, das auch nicht wußten (sonst hätten sie es ihm sicher vorgeworfen), ist es durchaus möglich, daß ihn Guldin selbst fand.

Hätte nun Kepler diesen Satz gekannt, so wäre die Berechnung des Apfel- und des Zitronenkörpers sofort auf einer klaren Basis gestanden. Freilich hätte dann Kepler den Schwerpunkt der Kreissegmente, des größeren und des kleineren (die man damals noch nicht gleichmäßig zu behandeln wußte), gebraucht. Daß diese schon von Valerio in dem genannten Buch über Schwerpunkte aufgestellt worden waren, wußte er ja wohl auch nicht. Da er aber durch seine eigenartige Transformation eine andere Möglichkeit der Berechnung des Apfel- und des Zitronenkörpers fand, hätte er die Schwerpunkte der Segmente hinterher bestimmen können. Keplers hier gemeinte Transformation ist nun genau dieselbe, die ich oben am Kreis erläutert habe. Ich hoffe, daß sie jetzt für den Apfelwulst sofort verständlich sein wird.

²³ Hier möchte ich lediglich darauf hinweisen, daß es in der Überetzung S. 17, Z. 5 v. u. heißen muß: „nach Art des Schlauches des Blasenkrautes, das die Deutschen Judenkirche nennen.“

Wir denken uns den Apfelkörper wie ein Lampion, das man an einer Kreisfläche $MIDKN$ (Fig. 4a) öffnen und nach rückwärts zusammenklappen kann. Freilich müßte dieses Lampion noch zwei Eigenschaften haben: 1) daß es auch innen mit Masse gefüllt wäre, was man nachholen könnte, 2) daß es sich beliebig ver dehnen ließe. Wir errichten dann in D auf der Ebene des Papiers eine Senkrechte DS (Fig. 5) von der Länge des



(Fig. 5)

Kreisumfangs vom Durchmesser TD (Umfang des Wulstes). Dann machen wir sehr viele Schnitte durch die Achse MN des Wulstes, sodaß dieser in kleine, keilförmige Elemente zerlegt wird (in der Grenze sind es natürlich lauter kreissegmentförmige Blätter). Diese verzerren wir unter Festhaltung von MN so, daß sie nacheinander mit ihrem äußeren, auf dem Umfang des Wulstes liegenden Rand an die senkrechte Gerade DS angelehnt werden. Der letzte dieser kleinen Keile, der mit der einen Fläche ursprünglich auf $MIDKN$ lag, wird mit dem äußeren Rande bis nach S kommen. Es wäre nicht schwer zu zeigen (Kepler unterläßt das allerdings), daß durch solche Verzerrung die Kreissegmente in Ellipsensegmente mit der gemeinsamen Sehne MN übergeführt werden, wenn man nur alle auf der Symmetrieachse gelegenen Strecken proportional vergrößert. Die Mittelpunkte der zugehörigen Ellipsen liegen auf der Senkrechten FG über dem Mittelpunkt F des rotierenden Kreises. Es entsteht ein sog. Zylinderhuf (cylindri prisma) $MNDS$, d. h. ein Stück, das durch eine schief liegende Ebene aus dem über dem rotierenden Kreis senkrecht errichteten Zylinder heraus-

geschnitten wird²⁴ (Fig. 5). Setzen wir $AD = b$, so ist $DS = 2b\pi$ ($FD = GR = r$).

Die Entfaltung des Zylinders, die bei dieser Verzerrung eigentlich noch unbewiesen ist, geht aus dem zweiten Prinzip, das ich auch oben am Kreis erläutert habe, hervor. Das ist das Prinzip der krummen Indivisibeln. Wir denken uns in dem rotierenden Kreis irgendeine Sehne parallel zur Achse MN ; ich nehme IK , um die Figur (4a) nicht zu überladen ($MI \parallel NK \parallel AD$). Dann beschreibt IK bei der Erzeugung des Apfelwulstes einen Zylindermantel. Dieser Zylindermantel wird bei der Verzerrung in IK aufgeschnitten und zu einem Rechteck ausgebreitet, dessen Ebene senkrecht auf der Ebene des ursprünglichen Segments steht (in Fig. 5 Rechteck $IKUV$). Die Höhe des Rechtecks ist $KU = IV = OL = 2\pi \cdot AO$. Verschiebt man IK parallel im Kreis, so beschreibt der Punkt L (wegen der Proportionalität von OL mit AO) die Gerade AS , die Seitenkanten KU und IV erzeugen den Zylindermantel. Daß durch die ebenen Schnitte, die durch MN gehen, Ellipsen entstehen, brauchen wir dann nicht mehr zu beweisen.

Nun möchte man ja glauben, daß *Kepler* jetzt gerade so weit sei wie vorher, da er diesen Zylinderhuf nicht allgemein berechnen kann. Aus dem Guldfischen Satz bekämen wir ja dieses Volumen sofort. Sei Σ der Schwerpunkt des Grundflächensegments, so ist ΣH (H auf AS) der Weg des Schwerpunktes bei der Rotation ($= 2\pi \cdot A\Sigma$), und der Zylinderhuf wäre gleich einem über dem Grundflächensegment errichteten Zylinder derselben Deckfläche mit der Höhe ΣH . Aber *Kepler* kennt aus einer „Analogie“ zu Satz XIX das Volumen des „corpus cylindraceum“, der durch Rotation des oben und unten durch Kreisbogen, rechts durch die Sehne begrenzten Teiles $MIKN$ des Segmentes entsteht ($= \text{Fläche} \times \text{Weg des Mittelpunktes } F$). Er hat also nur noch das Volumen des durch Rotation des kleinen Segments IKD um die Achse MN entstandenen Ringkörpers, die „Apfelzone“ (*zona mali*²⁵) zu bestimmen. Dieses liegt in der Fig. 5 von MN aus gesehen hinter der Ebene $IKUV$ und ist also der über dem Segment IKD der Grundfläche stehende Teil des Zylinderhufes. Dieser Teil setzt sich zusammen aus dem Zylindersegment IKD - QPR und dem über QPR stehenden Teil $QPRS$ des Zylinderhufes. Das Zylindersegment läßt sich ohne weiteres berechnen (Höhe $FG = 2\pi \cdot AF$). Der Zylinderhuf $CERS$, der in der Höhe FG von dem großen Zylinderhuf oben abgeschnitten wird, ist aber nichts anderes als das Volumen der ganzen Kugel mit dem Radius r . Wir dürfen nur in dieser Figur CE statt der unten benützten Sehne MN nehmen, so ist das sofort ersichtlich. Dann ist aber wieder der Teil $QPRS$ nichts anderes als der Teil der Kugel (*zona globi*), der durch Rotation des Segments QPR ($= IKD$) um die Achse CE entsteht, also der äußere Ring der durch Rotation des Bogens IDK entstehenden

²⁴ In der Fig. 2b entspricht der Geraden DS der Fig. 5 die Gerade $A'C'$, dem Kreissegment $MIDKN$ der Radius $O'A'$, die Keile entsprechen den kleinen Dreiecken $O'A'D'$, $O'D'E'$, . . . $O'Q'C'$. — Einen speziellen Zylinderhuf berechnete schon *Archimedes* in der „Methodenlehre“.

²⁵ *R. Klug* hat in seiner Wiedergabe des Satzes XX (S. 21) diesen Ausdruck mit „Apfelwulst“ übersetzt, während es nach meiner Bezeichnung nur die Zone des Apfelwulstes ist.

„körperlichen Kugelzone“ (= Kugelschicht), wie wir sagen. Da man diese berechnen kann, erhält man die Keplerische zona globi, wenn man von der Kugelschicht den inneren Zylinder abzieht.

Jetzt wird man es verstehen, wenn ich den Satz XX wörtlich übersetze „Die Zone des Apfelwulstes setzt sich zusammen aus einer zona globi (im obigen Sinn) und dem Segment eines geraden Zylinders, dessen Basis das Segment ist, welches in der Figur, die den Apfelwulst erzeugt, fehlt, dessen Höhe gleich ist dem Kreis, den das Zentrum des größeren Segmentes beschreibt“. Den vollständigen „Apfelwulst“ berechnet dann Kepler erst in einem Zusatz an einem Zahlenbeispiel. Eine abschließende Formel für den ganzen Apfelwulst (oder also den Zylinderhuf) hat er nicht.

Leicht schließt sich daran der Satz XXI: „Das Volumen des Zitronenkörpers ist gleich der Differenz aus der zona globi und dem oben genannten Zylindersegment“. Nach den vorhin benützten Prinzipien ist der Zitronenkörper, der durch Rotation des Segmentes IKD um die Sehne IK entsteht, gleich dem Zylinderhuf $VUWS$ (Rotation von VUW um VU). Dieser kleine Zylinderhuf ist aber gleich dem Abschnitt $QPRS$ des größeren Zylinderhufes (= zona globi), vermindert um das Zylindersegment $QPR-VUW$, das dieselbe Grundfläche und dieselbe Höhe (weil $OL = 2 FG$ ist) hat wie das Segment $IKD-QPR$.

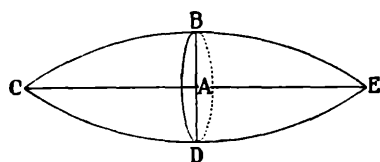
Da es Kepler darum zu tun ist, der Faßform möglichst nahe zu kommen, schneidet er noch dem Zitronenkörper oben und unten die spitzen Kappen weg und sucht den übrig bleibenden Stumpf zu berechnen. Diesen setzt er wieder zusammen aus dem zylindrischen Kern und der zona citrii. Auf diese letztere wird genau das Prinzip der Fig. 5 nochmals angewendet, sodaß ich mir den Lehrratz XXII, der sich darauf bezieht, schenken kann. Ich erwähne nur noch, daß Kepler in einem Zusatz auch den Kegelftumpf in ähnlicher Weise behandelt. Das habe ich in dem in Fußnote 12 zitierten Aufsatz ausgeführt.

V.

Mit den Spindeln geht es Kepler weit weniger gut. Sie sind auch wirklich schwerer zu berechnen, und Kepler konnte nicht wissen, daß schon Ibn Alhatham (um 1000 n. Chr.) im Anschluß an frühere arabische Arbeiten und in engem Anschluß an die strengen Methoden des Archimedes wenigstens die parabolische Spindel (und andere Keplerische Körper) berechnet hatte.²⁶ Die Methode der Fig. 5 verlagte; Kepler war nicht verlegen, es auf anderem Wege zu probieren. Aber dieser führte ihn nicht zum Ziel.

²⁶ Siehe H. Suter „Die Abhandlung über die Ausmessung des Paraboloides von el-Hasan b. el-Hasan b. el-Haitham.“ Bibl. math. (3) 12 (1911/12) S. 289 bis 332, bes. S. 310 f.

Keplers Gedanke war der, die Spindel $CDEBC$ zunächst durch einen Doppelkegel (gemeinsame Basis BD) anzunähern (Fig. 6). Den Zitronenkörper nimmt er hier wieder vor, mit Recht, da er ja, wenn auch seine Begrenzung ein Kreis (oder in der Verallgemeinerung eine Ellipse) ist, seiner Form nach hierher gehört. Um zu seinem Ziel zu gelangen, beginnt er mit einem ganz einfachen Satz. Er läßt das rechtwinkelige Dreieck ABC zuerst um die Kathete CA , dann um die Kathete AB rotieren (für den letzteren Fall habe ich die Grundfläche nicht eingezeichnet) und beweist, daß die beiden Kegel sich dann wie $AB : CA$ (also wie die Radien der Grundflächen) verhalten. Das ist Lehrsatz XXIII. Sehr hübsch, aber nicht bedeutend.



(Fig. 6)

Der Lehrsatz XXIV ist im Lateinischen (und demnach auch im Deutschen) etwas unklar, so daß ich ihn besser anders fasse. Es soll heißen: Läßt man eine Ellipse sich einmal um die große Achse, dann um die kleine Achse drehen, so entstehen zwei Sphäroide, die sich, in der angegebenen Reihenfolge, wie die kleine Achse zur großen Achse verhalten. Der Satz beruht auf derselben Grundlage wie der vorige.

Nun macht Kepler wieder eine seiner Analogien. Er meint, was für diese Kegel (oder Doppelkegel) der Figur 6 gelte, oder auch für die Sphäroide, die man aus Fig. 6 sich vorstellen kann, wenn man nur den ganzen Umfang als Ellipse auffaßt, das müsse auch gelten, wenn der Bogen CBE ein Kreisbogen ist. Der Satz lautet also nach Kepler (Satz XXV) so: Der Zitronenkörper $CDEBC$, der durch Rotation des Kreissegments CBE um die Achse CE entsteht, verhält sich zu dem doppelten Kugelsegment $CDEBC$, das durch Rotation des doppelten Kreissegments $CDEBC$ um die Achse BD entsteht (gemeinsamer Grundkreis in Fig. 6 nicht gezeichnet) wie $AB : AC$.²⁷

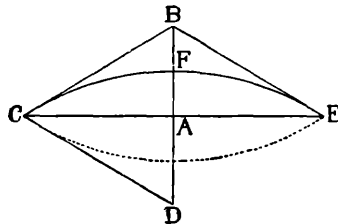
Kepler glaubte an die Richtigkeit dieses Satzes, wenn er auch keinen Beweis zu geben wußte. Er beginnt gleich: „Einen einwandfreien (legitimam) Beweis mögen andere suchen“, bringt aber dann viererlei Gründe, die für die Richtigkeit sprechen. Der letzte Grund ist eine sehr genaue Rechnung. Da aber die Annäherung tatsächlich sehr groß ist, genügt Keplers Rechnung nicht. Schon Guldin hat um 2 Stellen genauer gerechnet und den Fehler bemerkt.

Hier haben wir nun ein sprechendes Beispiel, wie Kepler nur an der Algebra scheiterte. Das Volumen des Kugelsegments war ja seit Archimedes bekannt, und den Zitronenkörper hat Kepler selbst zu be-

²⁷ Sowohl bei Frisch als bei Klug muß es im Text des Satzes heißen „ $\frac{1}{2}$ Zitrone“. Das Versehen ist schon im Kepler'schen Original.

rechnen gelehrt. Aber er hat für den letzteren keine Formel angegeben (was natürlich ebenso wie bei Archimedes auch ohne „Buchstabenrechnung“ möglich gewesen wäre). Sonst hätte er die allgemeine Unrichtigkeit des Satzes doch gleich sehen müssen. Ja ich wage zu behaupten, Kepler hätte das auch ohne Formel sehen können, wenn er sich sein Ergebnis für den Zitronenkörper nur überhaupt algebraisch vorgestellt hätte. Die Formel für das Kugelsegment, wie sie bei Archimedes steht, ist zwar nicht die unferige, enthält aber auch nur den Kugelradius und die Pfeilhöhe des Segments. Nach Kepler war der Zitronenkörper zu berechnen aus der Differenz einer zona globi (deren Formel auch keine anderen Größen beansprucht und die leicht aufzustellen wäre) und eines bestimmten Zylinders, der über dem rotierenden Kreissegment zu errichten war. Dazu braucht man die Fläche des Kreissegments. Daß diese Fläche nicht durch Kreisradius und Pfeilhöhe allein auszudrücken war, sondern daß man hier den zur Sehne gehörigen Zentriwinkel in irgendeiner Weise hineinbringen mußte (weil man den zur Sehne gehörigen Kreisfaktor braucht), mußte Kepler bekannt sein. Kepler ist also hier allein deswegen vollständig ausgeglitten, weil er auch kein algebraisches Vorstellungsvermögen besaß (wie es Archimedes im höchsten Maße hatte!).

Der nächste Satz XXVI ist ähnlich, aber noch viel allgemeiner. Er ist so gemeint (f. Fig. 7²⁸). Es sei CFE irgendein zu BD symmetrisch liegender



(Fig. 7)

Kegelschnittbogen. Wenn er um CE rotiert, beschreibt er eine Spindel (allgemeinster Art), wenn er um AF rotiert, erzeugt er das Segment eines Rotationskörpers zweiter Ordnung. In C seien nun die Tangenten CB und CD gelegt, BE ist in E Tangente. Diese Tangenten sollen mitrotieren und erzeugen dabei die entsprechenden Kegel C(BD) und B(CE). Kepler sagt, das Verhältnis der „Spindel“ zum doppelten „Segment“ sei sehr nahe gleich dem Verhältnis der beiden Kegel, also nach Satz XXIII sehr nahe gleich dem Verhältnis AB zu AC. Ich habe nun die Rechnung ausgeführt für den Fall, daß CFE ein Parabelbogen ist, da bisher an diesem Satz keine Kritik geübt worden war. Setzt man $AE = q$, $AF = b$ ($AB = 2b$), so ist, wenn ich nur die Resultate gebe,

$$\text{Paraboloidsegm. } CFE = \frac{1}{2} q^2 \pi b$$

$$\text{Oberer Kegel } CBE = \frac{2}{3} q^2 \pi b = \frac{4}{3} \text{ Segm.}$$

²⁸ Bei Kepler ist auf eine andere allgemeinere Figur verwiesen, wo der Sachverhalt nicht deutlich zu erschen ist.

Ferner ist, was eben schon Ibn Alhatham gefunden hatte,

$$\frac{1}{2} \text{ Spindel} = \frac{8}{15} b^2 \pi \rho,$$

$$\text{linker Kegel } DCB = \frac{4}{3} b^2 \pi \rho = \frac{5}{2} \left(\frac{1}{2} \text{ Spindel} \right).$$

Das zweite Verhältnis ist also fast doppelt so groß als das erste oder, wenn wir es mehr nach Kepler ausdrücken,

$$\frac{\text{Doppelsegm.}}{\text{Spindel}} = \frac{15}{16} \frac{\rho}{b}, \quad \frac{\text{ob. Kegel}}{\text{link. Kegel}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{\rho}{b},$$

woraus das nämliche hervorgeht. Das kann man wohl keine „Annäherung“ mehr nennen! Die Keplersche Näherung findet offenbar immer mehr statt, je näher der Bogen CFE dem Linienzug CBE kommt, und vielleicht immer weniger, je mehr er sich davon entfernt.²⁹

Kepler muß selbst an so etwas gedacht haben, da er uns im Lehrsatz XXVII sagt, welcher Art die Kegelschnitte sind, die in C und E von den Seiten BC und BE berührt werden, wenn das Dreieck CEB fest gegeben ist und man den Punkt F verschiebt. Kepler behauptet folgendes: Ist F der Halbierungspunkt von AB , so ist die Kurve die vorhin verwendete Parabel. Das war seit dem Altertum bekannt. Ist F oberhalb, so entstehen Hyperbeln, unterhalb sind es Ellipsen. Die Ellipsen werden wieder in zwei Gruppen geteilt durch den Kreis. Der Kreis entsteht, wenn $BF : AF = BE : AE$. Kepler beweist das letztere umständlich mit Verhältnissen. Man sieht es aber sofort, wenn man FE (die Winkelhalbierende bei E) zieht, aus dem Satz vom Peripheriewinkel. Zwischen Kreis und Parabel sind aufrecht stehende Ellipsen, unterhalb des Kreises liegende Ellipsen. Zum Beweis dieses hübschen Satzes benützt Kepler natürlich die Hilfsmittel des Apollonios.

Da Frisch gar keine Anmerkung bringt, die Anmerkung von Klug aber auch einen sehr antiken Eindruck macht, will ich hier einen einfachen analytischen Ansatz geben. Es sei A der Koordinatenanfangspunkt, $AE = a$, $AB = b$ (Fig. 7). Aus Symmetriegründen kann dann die Kegelschnittgleichung nur die Form haben:

$$(1) Ax^2 + By^2 + Cy + D = 0.$$

Setzt man $y = 0$, so muß man $x = a$ erhalten, also ist

$$(2) Aa^2 + D = 0,$$

demnach aus (1)

$$(3) Ax^2 + By^2 + Cy - Aa^2 = 0, \text{ oder}$$

$$(4) x^2 + \lambda y^2 + \mu y - a^2 = 0.$$

Die Gleichung der Tangente im Punkte $(x_0; y_0)$ an diese Kurve lautet

$$xx_0 + \lambda yy_0 + \frac{1}{2} \mu (y + y_0) - a^2 = 0.$$

²⁹ Diese meine Vermutung läßt sich durch eine nicht ganz einfache Rechnung exakt beweisen. Die Rechnung wurde von Herrn J. Hofmann durchgeführt, ist aber zu lang, um hier Platz zu finden.

Für den Punkt $E (a; 0)$ gibt das

$$(5) \quad ax + \frac{1}{2} \mu y - a^2 = 0,$$

oder

$$(6) \quad \frac{x}{a} + \frac{\mu}{2a^2} y - 1 = 0,$$

demnach muß

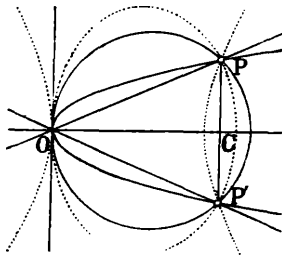
$$(7) \quad \frac{\mu}{2a^2} = \frac{1}{b}, \quad \mu = \frac{2a^2}{b} \text{ fein;}$$

dann wird aus (4)

$$(8) \quad x^2 + \lambda y^2 + \frac{2a^2}{b} y - a^2 = 0.$$

Das ist die Gleichung des Kegelschnittsystems. Die Parabel ($\lambda = 0$; für $x = 0, y = \frac{1}{2} b$) zieht man sofort, ebenso den Kreis für $\lambda = 1$; das zugehörige Verhältnis $BF : AF = \sqrt{a^2 + b^2} : a$ läßt sich aus der Gleichung errechnen. $\lambda < 0$ gibt natürlich Hyperbeln, $0 < \lambda < 1$ Ellipsen mit größerer y -Achse, $\lambda > 1$ Ellipsen mit größerer x -Achse. $\lambda = -a^2/b^2$ gibt als „ausgeartete Hyperbel“³⁰ das Geradenpaar BC, BE . Die weitere Diskussion ist hier nicht von Belang, aber un schwer durchzuführen.³¹

Kepler hat aber seine Fässer nicht vergessen. Er bringt sofort einen Satz über ein etwas anders geartetes Kegelschnittbüschel, das ihn gleich wieder zu einem anderen Satz, dem letzten dieses ersten Teiles, führt, der direkt auf Fässer Bezug hat. Das System, das Kepler im Satz XXVIII beschreibt, enthält alle Kegelschnitte, die sich im Scheitel O berühren und zwei zur Achse symmetrisch liegende Punkte P, P' gemein haben (Fig. 8)³².



(Fig. 8)

Kepler behauptet, in diesem System sei der Kreis die äußerste Kurve, dann kämen Ellipsen, die schließlich in eine Parabel übergehen, weiter innen seien Hyperbeln und von diesen lägen diejenigen weiter nach innen,

³⁰ Kepler sagt tatsächlich „Sectio in duas rectas degenerat“ (S. 599). Dieser Ausdruck dürfte hier das erstemal vorkommen.

³¹ M. Cantor hat merkwürdigerweise in dieser Aufgabe eine „inverse Tangentenaufgabe“ (und zwar die erste) gesehen. Das hat schon G. Eneström in Bibl. math. (3) 9 (1908/09), S. 256 als ganz irrig hingestellt.

³² Kepler hat gar keine Figur, und keiner der Herausgeber sagt irgend etwas über das System.

die ihren Asymptoten näher sind. Hier hat Kepl er, da ihm keine allgemeine Darstellung zur Verfügung stand, manches nicht gesehen. Wenn ich an das letzte Wort anknüpfte, so hat er nicht bemerkt, daß die Grenze seiner Hyperbeln hier das Geradenpaar OP, OP' ist. Gesehen hat er das aber doch, da er es in der nächsten Nummer erwähnt. Daß aber auch darüber hinaus noch Hyperbeln kommen, die ich in der Figur gestrichelt habe, wußte er gar nicht. Ebenfowenig wußte er etwas von den Ellipsen, die zwischen O und P außerhalb des Kreises verlaufen (in der Figur ebenfalls gestrichelt).

Die Gleichung des Systems erhält man sofort aus der allgemeinen Scheitelgleichung

$$y^2 = 2 px - \lambda x^2$$

und der Bedingung ($OC = a, CP = b$)

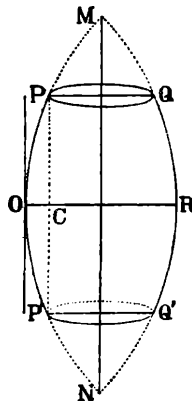
$$b^2 = 2 pa - \lambda a^2$$

als

$$y^2 + \lambda x^2 = \frac{x}{a} (b^2 + \lambda a^2).$$

Der Wert $\lambda = 0$ gibt die Parabel, $\lambda = 1$ den Kreis. Dazwischen liegen Ellipsen mit größerer x -Achse; $\lambda > 1$ (Ellipsen mit größerer y -Achse) ist von Kepl er unbeachtet geblieben. — $b^2/a^2 < \lambda < 0$ sind die von Kepl er erwähnten Hyperbeln. $\lambda = -b^2/a^2$ gibt das Geradenpaar OP, OP' und $\lambda < -b^2/a^2$ die weiteren Hyperbeln. Durch das Geradenpaar $x(x-a) = 0$ (für $\lambda = \infty$) schließt sich das System.

Wenn wir jetzt b wesentlich größer als a nehmen (in Fig. 8 wurde das der Deutlichkeit wegen nicht gemacht), so stellt der Bogen POP' eine Faßwand vor. P, P' sollen den beiden Faßböden $PQ, P'Q'$ angehören. Dann erhält man die Figur 9³³, und Kepl er sagt im Satz XXIX folgendes:



(Fig. 9)

³³ Auch hier ist bei keinem der Herausgeber eine Figur, sodaß diese Sätze im Lesen kaum verstanden werden können.

Wenn mehrere abgestumpfte Körper der betrachteten Art, nämlich ein Zitronenkörper, verschiedene Zwetschgenkörper, parabolische und hyperbolische Spindeln, sowie ein Doppelkegelstumpf, sowohl denselben Mittelkreis OR , wie die nämlichen abstumpfenden Kreise PQ , $P'Q'$ haben, so ist der Zitronenkörper der größte, die übrigen folgen bezüglich der Größe in der angeführten Ordnung aufeinander. Das geht sofort aus dem vorigen Satz hervor, wenn wir nur die von *Kepler* nicht beachteten gestrichelten Ellipsen weglassen.

Kepler schließt diesen Teil mit einem „Problem“ in Nr. XXX, das er freilich nicht lösen kann und zu dessen Lösung sowie zum Beweis der anderen hier noch wünschenswerten Sätze er *Snellius*, „Die Zierde der Geometer unseres Jahrhunderts“ aufruft. *Kepler* möchte gern den Rauminhalt derjenigen Teile der durch die Figur 9 dargestellten Rotationskörper wissen, die durch eine zur Achse parallele Ebene von ihnen abgeschnitten werden. Das war natürlich ein Problem, das überhaupt erst ins Auge gefaßt werden konnte, nachdem die allgemeinen Methoden der Integralrechnung erfunden waren. Wozu *Kepler* das brauchte, sagt er klar im 3. Teil, Abschnitt V (S. 642 f.)³⁴. Wenn das Faß nämlich im Keller liegt und nicht mehr ganz voll ist, so ist der leere Teil ein solcher Abschnitt, wie *Kepler* ihn suchte. In jedem Fall wollte er gern ausrechnen können, wieviel aus dem Faß schon abgezapft worden sei. Im letzten Abschnitt (worauf wir noch zu sprechen kommen) wäre er schon zufrieden, wenn das Problem nur für den Fall des Doppelkegelstumpfes gelöst wäre. Aber auch in diesem einfachsten Fall war das Problem für die damaligen Mathematiker nicht lösbar. Im allgemeinen Falle führt es nicht auf elementare Funktionen.

VI.

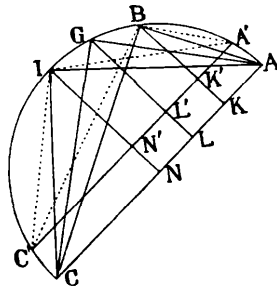
Der zweite Teil soll nun die Anwendung des Vorhergehenden auf die Messung der Fässer mittels der Meßrute darstellen und ist überschrieben „Stereometrie des österreichischen Fasses im besonderen“. *Kepler* macht zuerst einige allgemeinere Bemerkungen. Er wiederholt, daß die österreichische Faßform am meisten einer hyperboloidischen Begrenzung sich nähere, daß man diese aber in der Näherung auch durch ein Paar abgestumpfte Kegel oder sogar durch einen Zylinder ersetzen könne, weil die Krümmung sehr schwach sei. Demzufolge befaßt er sich in diesem Teil fast ausschließlich mit Zylindern und Kegelstumpfen, die gleiche Diagonale haben (in Fig. 1 die Diagonale AC), also mit der Meßrute gemessen gleichen Inhalt anzeigen. *Kepler* sagt uns dabei selbst, welchen Irrtümern er zeitweise unterlag. Leider hat er nicht alle Irrtümer als solche erkannt, sodaß auch in diesem Teil solche stehen blieben.

Zuerst betrachtet er statt der Zylinder und Kegelstumpfe mit gemeinsamer Diagonale AC ihre Querschnitte (also Rechtecke und Trapeze) und meint, die zugehörigen Körper wüchsen im gleichen Verhältnis wie die

³⁴ Bei *Klug* S. 95 f. (nicht richtig numeriert).

Achsenchnitte, sodaß also das Maximum eines Achsenchnittes auch das Maximum des zugehörigen Körpers wäre. Er hatte das wieder aus einer „Analogie“ geschlossen, nämlich aus dem Satz, daß ähnliche Körper im kubischen und ähnliche Flächen im quadratischen Verhältnis ihrer Seiten stehen. Wir wundern uns allerdings, wo Kepler hier das tertium comparationis gesehen haben mag.

Der erste Lehrsatz besagt, daß unter allen Rechtecken (als Zylinderquerfchnitten) mit derselben Diagonale AC dasjenige das größte ist, dessen Höhe der Grundlinie gleich ist (also das Quadrat). Kepler beweist das geometrisch, indem er über der gemeinsamen Diagonale AC (Fig. 10) den

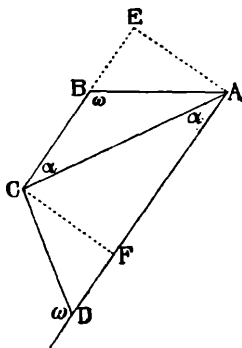


(Fig. 10)

Halbkreis beschreibt; dann ist natürlich das gleichschenkelige rechtwinkelige Dreieck AIC mit der Höhe IN (über AC) größer als jedes andere ABC , das zwar dieselbe Grundlinie, aber eine kleinere Höhe BK hat. Man merke, daß im Folgenden immer CI oder CB als Durchmesser einer Grundfläche betrachtet werden (entsprechend der Lage beim Faß in Fig. 1), AI oder AB aber als Höhe (oder Seitenlinie).

Wenn man gleichschenklige Trapeze nimmt statt der Rechtecke, so muß man noch eine Bedingung hinzufügen. Kepler war sich nicht recht klar, was er da nehmen sollte. Er hat nämlich dreierlei Bedingungen der Reihe nach benützt. Meistens hat er das Verhältnis des Durchmessers der kleineren Grundfläche (CB) zur Mantellinie (AB) als konstant angenommen. Im Lehrsatz II nahm er zunächst den Winkel bei B konstant und zog zu diesem Zweck die Diagonale $C'A'$, die gleich bleiben soll, parallel zu CA . Dann ist natürlich auch wieder das Trapez-Dreieck $C'IA'$ das größte. Kepler macht noch unklare, wenn nicht falsche Bemerkungen über das Abnehmen der Dreiecke $C'BA'$ gegenüber dem Abnehmen der Dreiecke CBA . Von den Trapezen mit der Diagonale AC , um die es sich eigentlich handelt, beweist er gar nichts. Er dachte offenbar nicht daran, daß das zweite Teildreieck des Trapezes keineswegs mit dem ersten gleichzeitig Maxima oder Minima hat. Ich will deshalb Keplers Gedankengang ergänzen.

Das Trapez $ABCD$ (Fig. 11) ist nämlich immer gleich dem Rechteck $AECF$ ($CA = d$ und Winkel ω als konstant gedacht.) Das Rechteck wird aber nach dem vorhergehenden Satze am größten, wenn $\sphericalangle \alpha = 45^\circ$ wird. Dies ist also auch die Bedingung für das Maximum des Trapezes.³⁵



(Fig. 11)

In Lehratz III beweist nun Kepler eigens, daß die Inhalte gerader Zylinder mit gleichen Diagonalen sich nicht wie ihre Schnittflächen verhalten, und daß also nicht der Zylinder mit der größten Schnittfläche der größte an Volumen ist. Wir hätten das ohnehin nicht geglaubt. Aber Kepler tat noch mehr. Er suchte den größten Zylinder mit gegebener Diagonale und fand, daß dann (nach Fig. 10) der Basisdurchmesser CG zur Seite AG sich wie $\sqrt{2} : 1$ verhält ($CL = 2 AL$). Gefunden hat Kepler den Satz, wie er nicht nur erzählt, sondern auch in einer Tabelle vorführt, durch das bereits „numerische Induktion“ genannte Verfahren. Er nahm nämlich einmal die Diagonale $AC = 20$, AB der Reihe nach 1, 2, 3 bis 20, errechnete zu jedem dieser 20 Fälle das Volumen, dann sah er, daß das Maximum entstand, wenn AB zwischen 11 und 12 lag. Der Basisdurchmesser war zwischen 17 und 16. Daß $CG : AG = \sqrt{2} : 1$ sei, wenn das Maximum genau erreicht wird, das war dann ein glücklicher Morgeneinfall. Kepler fand auch einen sehr hübschen Beweis (Lehratz V). Er schreibt dem Zylinder einen Quader ein, dessen Grundfläche naturgemäß quadratisch ist. Das Verhältnis des quadratischen Quaders zum umgeschriebenen Zylinder ist unabhängig von der Höhe des Quaders. Es kommt also nur darauf an, einer Kugel, deren Durchmesser sowohl die Diagonale des Quaders als des Zylinders ist, den größten rechtwinkligen Quader einzubeschreiben. Kepler beweist in Satz IV, daß dies der Würfel ist. Beim Würfel besteht aber das angegebene Verhältnis zwischen der Seitenkante und der Diagonale der Deckfläche, welche letztere zum Durchmesser des Zylinderkreises wird. Den Lehratz IV beweist Kepler, nachdem er

³⁵ Nachdem ich diesen Satz durch Rechnung gefunden hatte, teilte mir Herr Hofmann obige einfache Überlegung mit.

einleitend einige Spiegelfechtereien mit einem sehr verschwommenen Ähnlichkeitsbegriff gemacht hat, ganz einwandfrei, indem er in derselben Kugel den Würfel zuerst durch einen höheren, dann durch einen niedrigeren quadratischen Quader ersetzt und jedesmal zeigt, daß diese kleiner sind als der Würfel.³⁶

Nimmt man also zylindrische Fässer an, denen die österreichischen sehr nahe kommen, so ist

$$\begin{aligned} \text{Bodendurchmesser} : \text{Daubenlänge} &= CB : 2 AB \\ &= \sqrt{2} : 2 = 1 : \sqrt{2} \end{aligned}$$

das günstigste Verhältnis für den Inhalt. Es zeigte sich nun nach den Keplerschen Messungen, daß die österreichischen Binder das Verhältnis nicht genau gleich $1 : \sqrt{2}$ nehmen, was $1 : 1,41$ wäre, sondern daß sie $1 : 1,5$ nehmen, sodaß die Dauben etwas länger sind, als es die Theorie fordert. Bedenkt man aber, daß die Dauben doch etwas gekrümmt sind und daß sie oben und unten etwas über die Faßböden herausragen müssen, so kommt die österreichische Faßform dem günstigsten Zylinder (bei gleicher Maßangabe durch die Meßrute!) äußerst nahe.

Hier findet sich nun jene Bemerkung, die so oft zitiert wurde, vielleicht zum erstenmal von M. Chasles³⁷, und die dann später Kepler als ein großes Verdienst um die Theorie der Maxima und Minima angerechnet wurde, von Cantor und sogar von Zeuthen, von unserem Übersetzer Klug, bis in die neueste Zeit bei E. Hoppe³⁸. Kepler sagt nämlich, wenn Zylinder nur wenig von dem Maximalzylinder abweichen, wenn also in Fig. 10 Lagen des Punktes *B* gewählt werden, die nur wenig links oder rechts von *G* liegen, so ändere dies nur ganz wenig am Rauminhalt, „denn die auf beiden Seiten unmittelbar dem Maximum nahe stehenden Werte zeigen gegenüber diesem zu Anfang ganz unmerkliche Abnahme“.³⁹ Diese Bemerkung, die Kepler später (im II. Teil, Lehrf. XXII Schluß und Lehrf. XXVII) dadurch ergänzt, daß er sagt, die Nachbarwerte des Maximums wichen, „nach einem Gesetze wie beim Kreife“, nur wenig vom Maximum ab, ist eben tatsächlich eine Beobachtung an der Figur 10 und als solche richtig und gut. Aber von hier bis zu Fermat und bis zu dem Satz, daß der Differentialquotient Null ist (auch Chasles geht schon zu weit in seiner Zuweisung an Kepler), klappt der ganze Abgrund zwischen einer geometrisch-anschaulichen Beobachtung und der algebraischen Fassung dieser Beobachtung. Von einer Beziehung zum Kontingenzwinkel, wie Cantor es behauptet, ist gar keine Rede.

³⁶ Klug hat in seiner Anmerkung zu diesem Lehrsatz bei der algebraischen Vernünftigung der Keplerschen Darlegungen Differentiale eingeführt für die Ab- und Zunahmen der Würfelkanten. Das ist aber lediglich eine Formalität. Bei Kepler kommt hier nichts Infinitesimales vor.

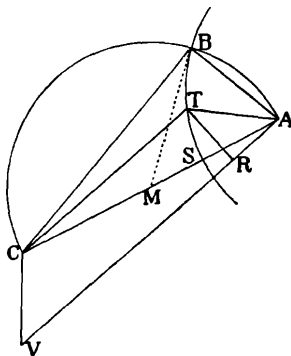
³⁷ *Aperçu historique etc.*, Brüssel 1834. Deutsch: „Geschichte der Geometrie, ufw. Übers. von L. A. Sohncke, Halle 1839, S. 53.

³⁸ In dem Aufsatz „Zur Geschichte der Infinitesimalrechnung bis Leibniz und Newton“, Jahresber. Deutsch. Math. Ver. 27 (1928) S. 148—187, bes. S. 180. S. 161 befinden sich verschiedene Bemerkungen über die Doliometrie, die durch unsere Darstellung immanently berichtigt sein mögen.

³⁹ *Circa maximam vero utrinque circumstantes decremēta habent initio insensibilia.*

Es folgen jetzt tief sinnige Betrachtungen Keplers, „daß die Natur durch den bloßen Instinkt ohne Vernunftschlüsse, Geometrie lehre“. Denn wie hätten sonst die österreichischen Schaffler, „lediglich geführt durch das Augenmaß und einen gewissen Schönheitsinn“, auf diese mathematisch günstigste Form kommen können? Leider findet man dieses günstige Verhältnis am Rhein und an anderen Orten offenbar nicht, und das erweckt doch Bedenken. Auch die „Analogie“ hat Kepler wieder einen Streich gespielt. Das teilt er uns selbst in schwungvollen Worten mit. Welcher scharfsinnige und weitblickende Mann, ruft er aus, der dieses Verhältnis $\sqrt{2} : 1$ für den größten Zylinder gefunden habe,⁴⁰ würde nun nicht auch annehmen, daß daselbe Verhältnis für den Durchmesser der kleineren Grundfläche eines Kegeltumpfes im Verhältnis zu seiner Seite auch gelte? Das habe auch er $1\frac{1}{2}$ Jahre geglaubt. Der Druck sei aber unterdessen nicht fortgeschritten, und so habe er Gelegenheit gehabt, weiter darüber nachzudenken. Was er dabei herausgebracht habe, das komme im folgenden. Erst der Satz XXI sagt uns, welcher Kegeltumpf unter gewissen Voraussetzungen der größte ist. Leider ist dieser Satz XXI falsch, wie wir sehen werden. Diese Untersuchungen über Kegeltöpfe mit gleicher Diagonale sind eben keineswegs einfach.

Kepler stellt jetzt vor allem fest, daß er einen Zylinder und einen Kegeltumpf dann „konjugiert“ nennen will, wenn sie (immer gleiche Diagonale vorausgesetzt) gleiches Verhältnis von CB (Durchmesser der Grundfläche) zu AB (Seitenlinie) haben. Diese Bedingung wird im folgenden fast ausschließlich beibehalten. Es ist also vom Kegeltumpf immer das Verhältnis der beiden Seiten $CT : AT = CB : AB$ des Achsenschnittes gegeben, und der Punkt T bewegt sich, was Kepler leider nie sagt, auf dem sog.



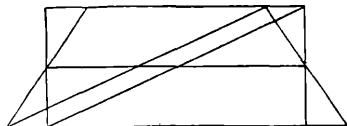
(Fig. 12)

Apollinischen Kreis des Dreiecks ABC (Fig. 12), der durch die Fußpunkte S (und S') der beiden Winkelhalbierenden in B geht (MB ist Tangente an

⁴⁰ Hier steht bei Frisch und Klug und auch schon im Keplerschen Original „dupla“ (doppelt, d. h. quadratisch). Es soll aber heißen „semidupla“, d. h. das $\sqrt{2}$ fache.

den Kreis).⁴¹ Im Lehratz VI stellt sich Kepler folgerichtig zuerst die Aufgabe, den Stumpf zu konstruieren, wenn eine der Größen CT oder AT gegeben ist. Das ist sehr leicht, besonders da man dem gleichschenkligen Trapez $ATCV$ einen Kreis umbeschreiben kann. Im Lehratz VII fängt er an, die Stücke des Stumpfes zu berechnen. Diese Rechnungen sind bei Kepler schrecklich. Klug hat sie schon in moderne Buchstabenrechnung übersetzt, sodaß ich sie hier nicht zu wiederholen brauche, wenn man sie auch wohl noch etwas besser fassen und konsequent auf die Zusätze ausdehnen könnte.⁴² Nach einem einfachen vorbereitenden Satz VIII (über Zusammensetzung des Verhältnisses $TR : BA$ aus zwei anderen) kann Kepler dann in Satz IX (wieder in sehr umständlicher Weise) das Verhältnis des konjugierten Stumpfes zum Zylinder allgemein durch die gegebenen Strecken ausdrücken. Er macht auch eine Reihe von Beispielen, und zwar berechnet er für das Verhältnis $CB : AB = \sqrt{2} - 1$ und für das Verhältnis $CB : AB = 1 : 1$ das Verhältnis des Zylinders und des zugehörigen Stumpfes, indem er das Verhältnis der Durchmesser des Stumpfes $CT : VA$ noch variiert von $1 : 2$, $2 : 3$, $3 : 4$, bis $19 : 20$.⁴³ Daraus sieht er natürlich, daß der Stumpf bald kleiner, bald größer ist als der Zylinder, und es entsteht auch hier die Frage nach dem Maximum des Stumpfes in einer solchen „Konjugation“, und auch die andere Frage taucht auf, wann die Gleichheit zwischen Stumpf und Zylinder eintritt. Diese und noch weitere Fragen wolle er, sagt Kepler, im Folgenden nach Maßgabe seines Könnens behandeln⁴⁴.

Kepler beginnt seine Untersuchung mit einer Reihe von vorbereitenden Sätzen. Zuerst sagt er uns in Lehratz X, daß in jeder Konjugation bei einer Vergrößerung des Verhältnisses der Durchmesser $VA : CT$ die abgestumpften Kegel „schließlich kleiner werden als irgendein gegebener (noch so kleiner) Körper“. Das ist sehr leicht einzusehen. In Lehratz XI bringt er die Regel für das Volumen des Kegeltumpfes (den er schon in Satz XVII der „Archimedischen Stereometrie“ und in einem Zusatz zu



(Fig. 13)

⁴¹ Der ganze Abschnitt leidet sehr darunter, daß es Kepler offenbar überhaupt nicht zum Bewußtsein kam, daß hier T einen Ort beschreibt. Sonst wäre ja auch sein eingetandener 1½-jähriger Irrtum, von dem wir schon gesprochen haben, gar nicht möglich gewesen.

⁴² Beim Zusatz III glaube ich nicht an die „zwei arithmetischen Mittel“, wie es Klug erklären will. Nach meiner Rechnung kommt heraus $c + y = \frac{c + e}{2}$, und das ist das gewöhnliche arithmetische Mittel.

⁴³ In der Fassung des Lehratzes IX soll es sowohl bei Frisch als bei Klug (und im Kepler'schen Original) heißen: „im Verhältnis der Quadrate der Seiten“ statt „im Verhältnis der Seiten“.

⁴⁴ „quantum quidem ejus per meam scientiam fieri poterit (S. 619).

Satz XXII behandelt hatte) ungefähr in unserer Form. Der Lehratz XII sagt: Der Zylinder, welcher mit einem geraden Kegeltumpf die gleiche Höhe h und Diagonale d besitzt, hat als Durchmesser der Grundfläche das arithmetrische Mittel der beiden Durchmesser des Stumpfes. Statt aller Rechnung gebe ich nur die Figur 13, wo die Zylinderdiagonale gegen die Diagonale des Stumpfes parallel verschoben ist. Diese Figur zeigt den Sachverhalt ohne weiteres.

Im Lehratz XIII gibt Kepler das Verhältnis der Inhalte der eben genannten beiden Körper an. Hier darf ich wohl Klugs Ableitung durch eine eigene ersetzen. Der untere Durchmesser des Stumpfes sei e , der obere c (nach Klugs Bezeichnung), die Höhe h . Der Durchmesser des Zylinders ist dann $\frac{1}{2}(e + c)$, und man hat

$$\begin{aligned} \text{Stumpf} &= \frac{h\pi}{12}(e^2 + ec + c^2) \\ \text{Zyl.} &= \frac{(c + e)^2}{16} h\pi, \\ \text{St.} - \text{Zyl.} &= \frac{h\pi}{48}(e^2 - 2ec + c^2) \\ &= \frac{h\pi}{48}(e - c)^2, \\ \text{also} \quad \frac{\text{St.} - \text{Zyl.}}{\text{Zyl.}} &= \frac{(e - c)^2}{3(e + c)^2} = \frac{\frac{1}{12}(e - c)^2}{\left(\frac{e + c}{2}\right)^2}. \end{aligned}$$

Spricht man das letztere Verhältnis in Worten aus, so hat man Keplers Satz XIII. Es ist wieder bezeichnend für seinen Mangel an algebraischem Sinn, daß er nicht die hier vorhergehende einfachere Form fand.

Zusatz: Wenn man den Zylinder (also $e + c$ und h) festhält, so kann man den zugehörigen Stumpf vergrößern, indem man $e - c$ immer größer und größer macht. Diese Differenz wird am größten, wenn $c = 0$, d. h. wenn die Deckfläche des Stumpfes in einen Punkt übergeht und ein eigentlicher Kegel entsteht⁴⁵, mit der Mantellinie d . Dieser Kegel hat dann die 4fache Grundfläche des Zylinders und ist daher $\frac{4}{3}$ des Zylinders. Jeder eigentliche Kegeltumpf ist also um weniger als $\frac{1}{3}$ größer als der Zylinder mit gleicher Diagonale und Höhe.

Hieran schließen sich mehrere Folgesätze. In Lehratz XIV wird lediglich behauptet, daß ein Zylinder, der mit einem Kegeltumpf gleiche Höhe und gleichen Inhalt hat, eine größere Diagonale haben muß als der Stumpf. Nach einem vorbereitenden Satz XV, der für uns ohne Bedeutung ist, heißt es in Satz XVI (etwas frei): In dem System der Zylinder mit gleicher Diagonale gehört zu jedem Zylinder, der höher ist als der größte, einer mit kleinerer Höhe und gleichem Rauminhalt. Da sowohl

⁴⁵ Es ist dann $e - c = 2 \cdot \frac{e + c}{2}$. Der Faktor 2 fehlt im Text bei Kepler selbst, bei Frisch und bei Klug. Es sollte im Original statt „arithmetisches Mittel“ heißen „Summe“. Die Übersetzung ist hier überhaupt nicht klar.

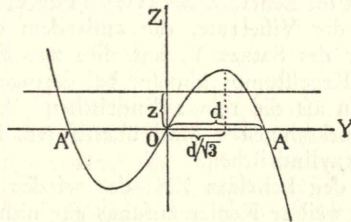
Keplers Beweis als die Anmerkung von Klug sehr altmodisch find, will ich das kurz auf moderne Weise zeigen. Es sei in Fig. 10 CB (Grundflächendurchmesser) $= x$, AB (Höhe) $= y$, $CA = d$, dann ist $x^2 + y^2 = d^2$ und

$$(1) z = \text{Zyl.} = \frac{1}{4} x^2 y \pi = \frac{1}{4} y (d^2 - y^2) \pi,$$

$$\frac{dz}{dy} = \frac{\pi}{4} (d^2 - 3y^2).$$

Das Maximum tritt also ein für $y_0 = d/\sqrt{3}$, $x_0 = d\sqrt{2}/\sqrt{3}$, $x_0 : y_0 = \sqrt{2} : 1$. Damit ist zunächst der Lehratz V bewiesen. Das Maximum des Zylinders ist $z_{\max} = \frac{d^3 \pi}{6\sqrt{3}}$.

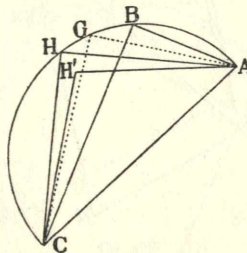
Nimmt man nun $0 < z < z_{\max}$, indem man sowohl alle negativen y , wie auch alle negativen z ausschließt, so kommt von der Kurve, die durch die Gleichung (1) dargestellt wird (Fig. 14) nur der Teil zwischen O und A



(Fig. 14)

($OA = d$) in Betracht. Die Gleichung (1) hat dann drei reelle Lösungen in y , von denen die eine, wie die Figur zeigt, negativ ist, während die beiden anderen, wie es Kepler behauptet, links und rechts vom Maximumwert liegen.

Denken wir uns nun wieder (Fig. 15) das System aller Zylinder mit



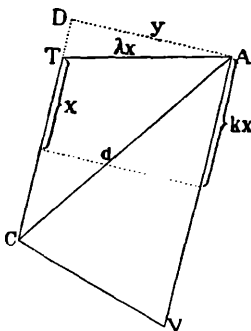
(Fig. 15)

der selben Diagonale CA , von denen der Zylinder (CGA) für $CG : AG = \sqrt{2} : 1$ der größte ist; dann ist für einen Punkt H auf dem Halbkreis

über CA , der weiter gegen C hin liegt, $CH/AH < \sqrt{2}$. Dem Zylinder (CHA) entspricht aber in dem System nach XVI ein ihm gleicher Zylinder (CBA). Betrachtet man nun die mit dem Zylinder (CHA) konjugierten Kegeltumpfe, wie z. B. ($CH'A$), für welche also CH' (Durchmesser der kleineren Grundfläche) : AH' (Seitenlinie) = $CH : AH$, so werden deren Höhen kleiner als AH , sollen aber größer als AB sein. Die Zylinder mit denselben Höhen, also zwischen AH und AB , sind aber (vgl. auch Fig. 14) größer als der Zylinder (CHA), also sind die konjugierten Kegeltumpfe mit den gleichen Höhen (nach XIII) erst recht größer. Das ist der Inhalt des Satzes XVII, der sonach besagt: Wenn $CH/AH < \sqrt{2}$ und Zylinder (CHA) = Zyl. (CAB), so werden die konjugierten Stumpfe ($CH'A$) zunächst größer als der zugehörige Zylinder (CHA). Erst wenn ihre Höhe kleiner wird als AB , können sie kleiner werden als dieser Zylinder.

Zuvor muß aber der Fall eintreten, daß der konjugierte Stumpf dem Zylinder gleich wird. Auch für diesen Stumpf muß die Höhe h_0 bereits kleiner sein als AB , da der Zylinder mit der Höhe AB gerade dem Zylinder (CHA) gleich ist. Erst für $h < h_0$ werden die Stümpfe kleiner als der konjugierte Zylinder, bis sie schließlich, wenn H' auf CA rückt, ganz verschwinden. Das steht im Lehrsatz XVIII⁴⁶. Für die Fässer mit derselben Inhaltsangabe durch die Visierrute, die außerdem etwas länglicher sind als die Maximalfässer des Satzes V, hat dies zur Folge, daß diejenigen, die einem doppelten Kegeltumpf ähneln, bei geringer Ausbuchtung etwas größeren Inhalt haben als die rein zylindrischen. Erst wenn die Bäuche alles in der Praxis vorkommende Maß überstiegen, könnten sie kleineren Inhalt haben als die zylindrischen.

Ich nehme zuerst den Lehrsatz XX, der wieder eine sehr schöne Erfindung ist, besonders weil er Kepler anfangs gar nicht wahrscheinlich vorkam. Es wird jetzt ein System von Kegeltumpfen ($AVCT$) mit derselben Diagonale $AC = d$ betrachtet, bei denen das Verhältnis der Durchmesser der beiden Grundflächen AV und TC konstant ist (Fig. 16). Kepler be-



(Fig. 16)

⁴⁶ Bei Frisch, Klug und im Keplerschen Original steht hier der Verhältniswert der Funktion als < 2 . Kepler meint aber natürlich wie in Satz XVII, daß das Quadrat dieses Verhältnisses < 2 sein soll. Im Lehrsatz XIX steht es wieder ganz richtig.

hauptet, daß unter diesen Kegeltumpfen derjenige der größte ist, der die Höhe AD des größten Zylinders mit der Diagonale d hat (also $AD = d/\sqrt{3}$). Diesen Satz will ich wieder in moderner Form beweisen. Kepler selbst beruft sich auf Satz XIII.

Es sei $CT = 2x$, $AV = 2kx$, $AD = y$, so ist das Volumen des Stumpfes

$$\begin{aligned} z &= \frac{y\pi}{3} (x^2 + kx^2 + k^2x^2) \\ &= \frac{\pi}{3} (1 + k + k^2) yx^2, \end{aligned}$$

aber $d^2 = y^2 + (k + 1)^2 x^2$,

also

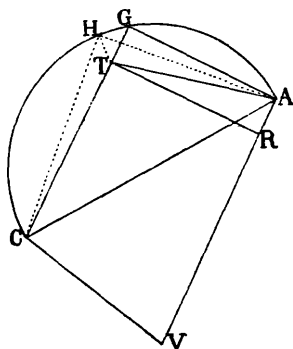
$$(2) z = \frac{\pi (1 + k + k^2)}{3 (1 + k)^2} y (d^2 - y^2).$$

Dies ist demnach (bis auf einen Faktor) genau dieselbe Funktion, die wir oben im Satz XVI, Gleichung (1), hatten, und man erhält wie dort $y = d/\sqrt{3}$ für das Maximum bei konstantem k .

Nun werden wir den Lehratz XIX rascher verstehen. Setzen wir in

Gleichung (2) $z = z_{\max} = \frac{d^3\pi}{6\sqrt{3}}$, so gibt es immer noch ein System von

Kegeltumpfen ($AVCT$) mit derselben Diagonale $AC = d$, da das Verhältnis k der Durchmesser variieren kann, wobei sich auch immer die Höhe y verändert. Geben wir nun etwa der Höhe y einen festen Wert ($\geq d/\sqrt{2}$), so sieht man, da die Gleichung in k quadratisch ist, daß es zwei Stümpfe gibt für jedes y . Gemäß XIII ist das leicht verständlich. Das ist freilich nicht der Lehratz XIX selbst, sondern nur ein Verwandter von ihm, der sich hier ohne weiteres ergab. Im Lehratz XIX ist vielmehr behauptet, daß es auch dann, wenn nicht y fest gegeben ist, sondern (wie gewöhnlich bei Keplers „Konjugationen“) das Verhältnis $CT : TA = 2 : \lambda < \sqrt{2}$ (also $\lambda > \sqrt{2}$), zwei Stümpfe gibt, die dem Maximalzylinder z_{\max} gleich sind. Keplers Beweis ist, wenn ich ihn ganz kurz umreiße, folgender. Es sei in Fig. 17 (CHA) der Zylinder der Konjugation, (CGA) der Ma-



(Fig. 17)

ximalzylinder ($AG = d/\sqrt{3}$). Die dem Zylinder (CHA) zunächst liegenden Stümpfe der Konjugation sind kleiner als der Maximalzylinder. Ihre Höhen sind aber zunächst größer als AG . Es wird sich nun in der weiteren Folge der Konjugation ein Stumpf finden, der gerade die Höhe $TR = AG$ hat. Dieser sei ($AVCT$). Nach XIII ist dann dieser Stumpf größer als der Maximalzylinder. Also muß dazwischen ein Stumpf aufgetreten sein, der dem Maximalzylinder gleich war. Rückt T immer näher an AC heran, so werden die Stümpfe (nach XIII, Zuf.) schließlich gleich Null, und es muß inzwischen nochmals eintreten, daß ein Stumpf gleich dem Maximalzylinder war.

Dieser Beweis ist an sich recht hübsch, es fehlt aber leider irgendwo das Wort „mindestens“ (was auch bei XVIII zu sagen wäre). Es müßte nämlich heißen: „Es gibt mindestens zwei Stümpfe in der Konjugation, die dem Maximalzylinder gleich sind“. Kepler hatte eben keine Ahnung von der Kompliziertheit dieses Problems, die erst aus dem algebraischen Ansatz hervorgeht. Man hat nämlich wie vorhin

$$z = \frac{yx^2\pi}{3} (1 + k + k^2),$$

$$d^2 = y^2 + (k + 1)^2 x^2,$$

also

$$x^2 = \frac{d^2 - y^2}{(k + 1)^2},$$

folglich

$$z = \frac{\pi}{3} \frac{1 + k + k^2}{(k + 1)^2} y (d^2 - y^2).$$

Ferner

$$y^2 = \lambda^2 x^2 - (k - 1)^2 x^2 + [\lambda^2 - (k - 1)^2] x^2,$$

also

$$d^2 = [\lambda^2 - (k - 1)^2] x^2 + (k + 1)^2 x^2 = (\lambda^2 + 4k) x^2.$$

Man hat also

$$d^2 = y^2 = \frac{(k + 1)^2 d^2}{\lambda^2 + 4k},$$

und hieraus

$$y^2 = d^2 - \frac{k(k + 1)^2}{\lambda^2 + 4k} d^2 = d^2 \frac{\lambda^2 + 4k - (k + 1)^2}{\lambda^2 + 4k}.$$

Demnach

$$z = \frac{\pi}{3} \cdot \frac{1 + k + k^2}{(k + 1)^2} d^3 \sqrt{\frac{\lambda^2 + 4k - (k + 1)^2}{\lambda^2 + 4k}} \cdot \frac{(k + 1)^2}{\lambda^2 + 4k}$$

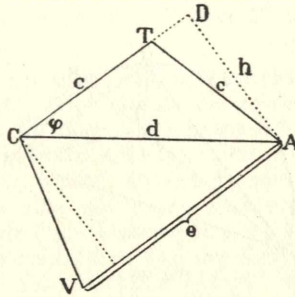
oder

$$(3) z^2 = \frac{\pi^2}{9} \cdot \frac{(1 + k + k^2)^2}{(\lambda^2 + 4k)^3} [\lambda^2 - (k - 1)^2] d^6.$$

In dieser Gleichung ist $z = z_{\max}$ zu setzen, d und $\lambda (> \sqrt{2})$ sind gegeben. Die Gleichung ist in dem gesuchten k vom 6. Grad. Ihre Diskussion ist nicht einfach. Durch umfangreiche Rechnungen, die hier nicht wiedergegeben werden können, hat Herr J o s. E. H o f m a n n auf meine Anregung hin festgestellt, daß sie auch 4 reelle Lösungen haben kann. Die Aufeinanderfolge der Stümpfe in der oben behandelten Konjugation ist also keineswegs so einfach, als es sich Kepler dachte. Es können zwei reelle Stumpfmaxima auftreten, die beide größer sind als z_{\max} .

Aber sehen wir zunächst weiter bei Kepler. Es sollte nämlich jetzt ein Hauptchlager kommen. Kepler hat schon lange vermutet, daß die Höhe $d/\sqrt{3}$ des maximalen Zylinders nicht nur für die Zylinder gelte, sondern in jeder Konjugation auch für die Stümpfe, d. h. also nicht nur wie in Satz XX für konstantes k , sondern auch für konstantes λ . In Fig. 17 wäre demnach (ATCV) der von Kepler nach XIX vermutete einzige Maximalstumpf. Beweisen kann Kepler den Satz nicht; er ruft dafür wieder Snellius und dessen Landsmann Adrianus Romanus auf: „die beiden Apolloniusse Belgiens“. Kepler selbst gibt nur Wahrscheinlichkeitsgründe und außerdem eine Berechnung für die Konjugation 1:1. In dieser findet er den Satz bestätigt. „Da es aber in einer Konjugation richtig ist, so ist es zweifellos (consentaneum est) auch für die anderen Konjugationen richtig.“ Die allgemeine Untersuchung wird etwas umständlich. Ich mache daher nur die Probe auf die Konjugation 1:1.

Es sei in Fig. 18 AVCT der Achsenchnitt des Stumpfes, $AC = d$,



(Fig. 18)

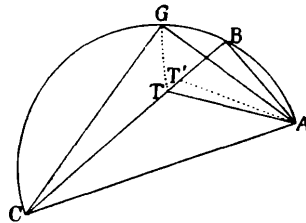
$AT = TC = c$, $AV = e$, $CD = h$ die Höhe. Dann ist $CD = \frac{1}{2}(e + c)$. Setzen wir $\sphericalangle DCA = \varphi$, so sollte das als Maximum des Stumpfes für $\sin \varphi = h/d = 1/\sqrt{3}$, $\cos \varphi = \sqrt{2/3}$ eintreten. Nun ist $c = d/2 \cos \varphi$, $CD = \frac{1}{2}(e + c) = d \cos \varphi$, demnach $e = 2d \cos \varphi = -d/2 \cos \varphi$, $h = d \sin \varphi$,

$$\begin{aligned} V &= \frac{h}{12} (c^2 + ec + c^2) \\ &= \frac{h}{12} [(e + c)^2 - ec] \\ &= \frac{d \sin \varphi}{12} (4d^2 \cos^2 \varphi - d^2 + d^2/4 \cos^2 \varphi) \\ &= \frac{d^3}{12} (4 \cos^2 \varphi \sin \varphi - \sin \varphi + \frac{\sin \varphi}{4 \cos^2 \varphi}) \\ &= \frac{d^3}{12} (3 \sin \varphi - 4 \sin^3 \varphi + \frac{\sin \varphi}{4 \cos^2 \varphi}) \\ \frac{dV}{d\varphi} &= \frac{d^3}{12} (3 \cos \varphi - 12 \sin^2 \varphi \cos \varphi + \frac{1}{4 \cos \varphi} + \frac{\sin^2 \varphi}{2 \cos^3 \varphi}). \end{aligned}$$

Daß dieser Ausdruck für die angegebenen Werte von $\sin \varphi$ und $\cos \varphi$ nicht Null werden kann, ist auf den ersten Blick klar, weil in den ersten zwei

Gliedern $\cos \varphi$ im Zähler, in den letzten zwei Gliedern im Nenner steht, während alles übrige rational ist. Hätte Kepler eine Ahnung von der Art der Gleichung (3) gehabt, so wäre ihm doch aufgegangen, daß sein Problem von wesentlich höherer Ordnung war, und er mit feinen geometrischen Betrachtungen immer nur einen Teil der in Betracht kommenden Funktionen erfassen konnte, wie wir schon in der wesentlich einfacheren Funktion der Fig. 14 sahen.⁴⁷

Bei dieser Sachlage muß auch der Satz XXII von vorneherein zweifelhaft erscheinen. Kepler gibt sich mit ihm große Mühe und leitet ihn nicht nur aus einer „unwiderlegbaren Analogie“ ab (wobei die Richtigkeit von XXI vorausgesetzt wird!), sondern gibt auch einen sehr undurchsichtigen, rein geometrischen Beweis⁴⁸. Der Satz sagt, daß in den Konjugationen, in welchen $CT \geq AT \sqrt{2}$ (also $\lambda \leq \sqrt{2}$) ist, alle Stümpfe kleiner seien als der größte Zylinder (CGA), und zwar umso mehr, je weiter sich der Punkt B (vgl. Fig. 19) von G entfernt (d. h. je größer das Verhältnis $CT : AT$ wird).



(Fig. 19)

Nun ist der Satz aber doch richtig, und zwar ist im Falle $\lambda = \sqrt{2}$ der Zylinder (CGA) wirklich das Maximum (diesmal offenbar das einzige) der ganzen Konjugation. Mittels Differentialrechnung wird der Beweis zwar übersichtlicher, aber die Rechnung ist lang, und ich verzichte daher darauf, sie hier wiederzugeben.

Für den zweiten Teil des Satzes, der bei Kepler auch etwas unklar herauskommt, mache ich folgende Betrachtung. In Figur 19 werde eine beliebige, zwischen CG und CA liegende Sehne CB von dem zu G gehörigen Apollonischen Kreis in T geschnitten. Der Stumpf (CTA) ist dann nach XXII,1 kleiner als der Maximalzylinder (CGA). Nehme ich jetzt einen Punkt T' zwischen T und B, so ist der Stumpf (CT'A), der zu einer Konjugation $\lambda < \sqrt{2}$ gehört, noch kleiner als der Stumpf (CTA) (siehe Satz XIII). Dies gilt, so nahe auch B an G liegen mag. Daher gibt es auf dieser Seite (d. h. wenn $CT > AT \sqrt{2}$) überhaupt keine Stümpfe, die größer sind als der Maximalzylinder (CGA).

⁴⁷ Gerade zu diesem Lehrsatz machen weder Frisch noch Klug eine Anmerkung, sodaß oben zum erstenmal seine Unrichtigkeit festgestellt wird.

⁴⁸ Frisch sagt wohlweislich auch zu diesem Lehrsatz nichts. Klug hat die Keplerischen Überlegungen zwar ins Algebraische überfetzt; aber dadurch ist die Sache nicht klarer geworden.

Für die Fässer folgt aus Nr. XXII, daß bei solchen, die kürzer sind als der Maximalzylinder, eine Ausbauchung immer den Inhalt etwas vermindert (wenn man sie als Doppelkegeltumpfe betrachtet). Die Ausbauchung hat aber überhaupt nur ganz wenig Einfluß (immer dieselbe Angabe der Visierrute vorausgesetzt), weil die österreichischen Fässer eben dieses günstige Verhältnis der Daubenlänge zum Faßbodendurchmesser haben, wie es dem Maximalzylinder entspricht (s. Nr. V), dessen große Bedeutung erst durch Satz XXII ins rechte Licht gestellt wird.

Die Hauptfrage, derentwegen K e p l e r die ganze Arbeit unternommen hatte, darf also praktisch als gelöst gelten: Bei der Art der österreichischen Fässer ist in der Tat die einfache Messung mit der Visierrute völlig hinreichend. Im Lehrsatz XXVI behandelt er eigens den Satz, nach welchem diese Art (kubischer) Meßruten konstruiert sind, nämlich daß die ähnlichen Fässer sich wie die Kuben der Diagonalen AC , also der von der Rute gemessenen Strecken verhalten. Die Zahlen auf der Meßrute geben gleich diese Kuben an, bezogen auf ein Faß mit 1 Eimer Inhalt. Andere messen mit einem Lederriemen von A (Fig. 1) über B' nach C' . Das kommt auf daselbe Prinzip hinaus.

Die Hauptsache ist bei allem, daß man die Fässer alle als einigermaßen ähnlich betrachten darf. Sind einmal die beiden Faßhälften nicht ganz ähnlich, so kann man sie doch als inhaltsgleich ansehen, wenn nur die Meßrute daselbe angibt (Satz XXVII). Sind die Visierlängen der beiden Faßhälften wirklich verschieden, so nimmt man das arithmetische Mittel (Satz XXVIII). Dies alles gilt streng genommen nur, wenn die beiden Faßhälften Kegeltumpfe sind. Daher gibt K e p l e r im letzten Satz XXIX noch an, daß beim österreichischen Faß die Krümmung der Faßdauben die Angaben der Meßrute nicht merklich ändert. Wenn die Fässer aber verhältnismäßig länger sind als die österreichischen, so gibt die Meßrute etwas zu wenig an, sind sie kürzer, etwas zu viel. Das wird nur ganz oberflächlich erklärt.

Ich habe noch 3 Nummern des II. Teiles zu erledigen. Im Lehrsatz XXV wird angegeben, wie man das Verhältnis zweier beliebigen Stumpfe verschiedener Konjugationen aus drei anderen Verhältnissen zusammensetzt, wenn die Stumpfe daselbe Verhältnis der Durchmesser der Grundflächen und die gleiche Diagonale besitzen. Dies wird dann dazu benützt, eine Tabelle aufzustellen, die für die Reihe 1 : 2, 2 : 3, 3 : 4, . . . bis 9 : 10 der Verhältnisse der Durchmesser das Verhältnis der Rauminhalte der Stumpfe für die Konjugationen 1 und $\sqrt{2}$ angibt⁴⁹. Es zeigt sich, daß vom Verhältnis 3 : 4 an, wo die Stumpfe gleich sind, der zweite Stumpf den ersten übertrifft. Für die Verhältnisse 1 : 2 und 2 : 3 ist der zweite Stumpf kleiner. Der erste Stumpf entspricht aber dem rheinischen Faß, der zweite dem österreichischen⁵⁰. Das österreichische Faß ist also unter den angegebenen Vor-

⁴⁹ Bei K l u g (S. 90) steht hier wieder 2, was sich aber auf das Quadrat des Verhältnisses bezieht. Bei F r i e d r i c h und im Original ist es richtig.

⁵⁰ Hier hat K l u g im Folgesatz 2 (im Original ist es Zusatz III) für das österreichische Faß das Verhältnis 2 : 3 angegeben statt $\sqrt{2} : 1$ (im Original heißt es richtig „proportionis semiduplae“).

aussetzungen fast immer größer als das rheinische Faß, weil die Tiefe am Spundloch im Verhältnis zum Durchmesser des Faßbodens den Wert $4/3$ kaum je erreicht.

Die Sätze XXIII und XXIV bezeichnet Kepler als geometrische Probleme. Er kann sie nicht lösen, aber er empfiehlt sie den Cossisten zur Beachtung, insonderheit wieder Adrianus Romanus. Ja, im Lehrsatz XXIV ruft er, wie erwähnt, alle Cossisten pathetisch zu Hilfe.⁵¹ Es handelt sich um folgende zwei Aufgaben. Erstens wenn das Verhältnis der Durchmesser eines Stumpfes gegeben ist, jene Konjugation zu finden, in der ein solcher Stumpf dem Maximalzylinder gleich ist. Das ist die Umkehrung von XIX und im Wesen ist das Gleichung (3) auf S. 308, wo jetzt V und k gegeben sind und λ gesucht ist. Wir sehen, daß dies eine kubische Gleichung für λ^2 ist. Kepler macht nur allgemeine, dunkle Angaben über die Natur der Gleichung. Es ist ihm aber klar, daß die Aufgabe nicht mehr „eben“ ist (d. h. nicht mit Zirkel und Lineal lösbar), wie das die Griechen nannten), von denen er bei der nächsten Aufgabe Pappos (3. Jahrh. nach Chr.) zitiert.⁵²

Das Problem XXIV bezieht sich auf dieselbe Gleichung des Satzes XIX. Es ist die Aufgabe gestellt, die beiden Werte von k zu suchen, die in XIX als für das Verhältnis der Durchmesser möglich erwiesen worden waren, wenn der Konjugationswert gegeben ist, und der Stumpf dem Maximalzylinder gleich sein soll. Wir sehen, daß die Gleichung 6. Grades wird, nicht zweiten Grades. Klug hat sie in anderer Form aufgestellt.

VII.

Der III. Teil des Werkes ist verhältnismäßig kurz und enthält 5 Abschnitte. Er ist überschrieben „Gebrauch des ganzen Buches bei den Fässern“. Er enthält Bemerkungen über Fässer im allgemeinen, dann über andere Meßmethoden, besonders mit der „planimetrischen Rute“, wie sie in dem kurz vorher erschienenen Buch von Joh. Hartmann Bayer „Stereometria inanium“ (Francof. 1603) dargelegt worden waren. Mit dieser Rute werden nur Längen gemessen (z. B. die Spundtiefe), die Faßbodendurchmesser) und daneben muß mühsam gerechnet werden. Kepler gibt dann auch Methoden an, wie man die Art der Krümmung der Faßdauben praktisch bestimmen kann, sodaß man die Gattung des Kegelschnitts erfährt, mit dem man die Krümmung annähern kann. Am meisten beschwert ihn im letzten Abschnitt die Frage, welches Volumen der von einem Faß durch eine Ebene parallel zur Achse abgeschnittene Teil hat, und er macht eingehende Betrachtungen für den Fall, daß das Faß genau aus zwei Kegelschumpfen zusammengesetzt ist. Zu einem Resultat kann er aber, wie schon

⁵¹ Tollite, consistae, quam fixi crucem ingenii et me sequimini.

⁵² Frisch gibt in der Fußnote 39 (S. 664) die Lösung, die Alexander Anderson 1619 von dieser Aufgabe mittels der Winkeldreiteilung gegeben hat. Bei Klug ist die Lösung modernisiert.

erwähnt, nicht kommen. Die Integrale werden in diesem Fall zwar elementar, sind aber doch zu kompliziert, als daß sie durch geometrische Betrachtungen gefunden werden könnten. Sonst enthält dieser Abschnitt nichts Mathematisches mehr.

Kepler schließt sein Buch mit dem heiteren Gebet, es möge immer Stoff genug vorhanden sein, an dem man sich laben könne: „Und wenn wir 1000 Becher geleert haben, dann verwirren wir sie in unserem Gedächtnis, daß wir es nicht mehr genau wissen.“ Ich schließe mit dem Bekenntnis, daß ich die Sache viel schwieriger fand, als ich anfangs dachte. Ich las, als ich fast fertig war, die Worte Guldins: „Ich wollte mir immerhin, um noch tiefer einzudringen, weder Kopf noch Hirn zerbrechen.“ So bin ich zufrieden, wenn ich über Frisch und Klug hinaus wieder einige Punkte in dem trotz aller Schwächen bedeutenden Werk aufgeheilt habe.

VON KEPLER ZUR MODERNEN THEORIE DER PLANETAREN BEWEGUNGEN.

VON PROF. Dr. A. WILKENS, DIREKTOR DER STERNWARTE,
MÜNCHEN.

Die folgenden Darlegungen der Theorien der planetaren Bewegungen mögen dem Leser vor Augen führen, wie sich die modernen Auffassungen, von Kepler ausgehend, bis zum heutigen Tage entwickelt haben. Die besondere Veranlassung zu diesem Thema liegt unter anderem darin, daß wir Deutsche in diesem Jahre die Gedenkfeier an Keplers Tod vor dreihundert Jahren am 15. November 1630 in weihervoller Erinnerung begehen. Kepler war nach Begründung der Kopernikanischen Weltauffassung mit der Sonne im Zentrum des Sonnensystems der erste und gründlichste Forscher, der mittels der nach ihm genannten Gesetze die Frage nach dem „Wie“ der planetaren Bewegungen um die Sonne in die unanfechtbare mathematische Form für die elliptische Bewegung brachte, auf Grund einer aus seinen Werken ersichtlichen geradezu märchenhaften Intuition, wie sie der erfolgreiche mathematisch-physikalische Forscher neben einem scharfen Verstande stets zur Hervorbringung und Bearbeitung seiner Probleme benötigt. Keplers grundlegende Ergebnisse sind derartig zum Allgemeinut der Wissenschaft geworden, daß es nicht notwendig ist, hier nochmals auf dieselben im Einzelnen einzugehen, seine Resultate mögen nur den Ausgangspunkt für die weitere Entwicklung angeben.

Prinzipiell erhalten die heliozentrischen Koordinaten eines Planeten nach Kepler die Form:

$$x = a_0 + a_1 \cos L + a_2 \cos 2L + \dots + b_1 \sin L + b_2 \sin 2L + \dots$$

und analog die beiden anderen rechtwinkligen Koordinaten y und z , wobei L die mittlere Länge, d. h. den der Zeit proportionalen Polarwinkel bei kreisförmiger Bewegung des Planeten fixiert, in welchem Falle das Hauptglied $a_1 \cos L$ direkt die x -Koordinate in der Kreisbahn angibt, während alle übrigen Glieder durch die Exzentrizität der tatsächlich elliptischen Bahn des Planeten sowie durch die Bahnneigung entstehen. Der Übergang auf die entsprechenden geozentrischen Koordinaten erfolgt dann noch durch Hinzufügung eines völlig analogen, der Bewegung der Erde um die Sonne entsprechenden Ausdruckes mit der Länge L_1 der Sonne als Argument der Reihenentwicklung. Natürlich wußte Kepler noch nichts von einer Fourier-

Besseren Entwicklung in eine periodische Reihe, sondern er entwickelte die Ausdrücke der elliptischen Bewegung auf Grund der transcendenten Keplerschen Gleichung ganz formell nach Potenzen der kleinen planetaren Exzentrizitäten, deren Koeffizienten trigonometrische Funktionen der mittleren Längen sind und wobei erst durch Umstellung der Anfang der Fourierschen Reihe entsteht. Tragisch für die deutsche Forschung war es, daß Kepler, als er 1630 auf dem deutschen Reichstag erschien, um seine Ansprüche und Rechte gegen Wallenstein zu verteidigen, einer schweren Erkältung zum Opfer fiel, sodaß seine so glänzend begonnenen Untersuchungen über die planetaren Bewegungen weder von ihm, noch sonst von jemandem in Deutschland fortgeführt werden konnten, war doch vor allem zu erwarten, daß Kepler nach Beantwortung des „Wie“ auch das „Warum“ der Planetenbewegungen in der Form der allgemeinen Anziehung der Materie hätte entwickeln können; Keplers ungeheure Intuition, wie sie bei der Auffindung der Keplerschen Gesetze in Aktion trat, ließ die Auffindung des Gravitationsgesetzes erwarten, zumal bald nach Keplers Tod die Erforschung der Zentralbewegung begann, den Weg zur Theorie der Anziehung freimachend. So mußte die Entdeckung des „Warum“ dem Engländer Newton zufallen und die Erweiterung des Keplerschen Ansatzes für die Koordinaten durch die der Anziehung aller übrigen Planeten im Sonnensystem entsprechenden analogen Glieder der nachkeplerschen klassischen Zeit der Mechanik des Himmels vorbehalten bleiben.

Die Epoche der Klassiker wie Newton, Euler, Laplace, Lagrange, Gauß, Jacobi usw. sah ihr wesentliches Ziel darin, unter Potenzentwicklung der Störungen nach den Exzentrizitäten, gegenseitigen Bahnneigungen und Massen sowie Glieder zu entwickeln, als der Beobachtungsgenauigkeit der damaligen Zeit entsprach, und deshalb stets weitere Glieder hinzuzufügen, sobald sich zeigte, daß weitere durch die Beobachtung aufgedeckte Ungleichheiten existierten, indem man prinzipiell überzeugt war, daß man nur weit genug in den Entwicklungen brauche gehen zu müssen, um die gewünschte Übereinstimmung mit den Beobachtungsergebnissen zu erzielen. Diesem Prinzip hat man auch bis in die neuere Epoche der Wissenschaft geglaubt huldigen zu müssen, indem man erst neuerdings hat einsehen müssen, daß die Annahme der Klassiker allgemein unzutreffend ist und daß die Anschauung der Superposition der Störungen in Form trigonometrischer Reihen über die Keplersche Ausgangslösung der Ellipse als erste Näherung einer Kritik in Bezug auf die Existenzberechtigung bedarf, besonders sobald eine Anwendung der Reihen für beliebig große Zeiträume, z. B. für die Frage der Stabilität des Sonnensystems erfolgt. Schon zu den Zeiten von Laplace glaubte man nämlich im Besitze einer endgültigen Lösung des Problems der Planetenbewegungen zu sein. Man war stolz auf den berühmt gewordenen Satz von Laplace, daß die großen Achsen der Planetenbahnen nur periodischen Änderungen, nicht aber mit der Zeit fortschreitenden Änderungen unterliegen könnten, daß also die Mittelwerte der großen Achsen für alle Zeiten konstant seien; da Laplace überdies noch zeigen konnte, daß auch die Exzentrizitäten nur periodischen Änderungen unterliegen, ebenso wie die gegenseitigen Bahnneigungen, so glaubte man auf Grund der Reihen der Himmelsmechanik den Beweis für die Stabilität des Sonnensystems erbracht zu haben, sodaß für die Nachfolger nur eine weitere Vertiefung der

Errungenschaften der klassischen Epoche übrig zu bleiben schien. Wie würden die Klassiker aber erschrecken, wenn wir ihnen heute nach rund anderthalb Jahrhunderten zurufen müssen, daß wir heute vom streng mathematischen Standpunkt nach der kritischen Unterfuchung der klassischen Reihen nicht mehr als nur eine Oase in der Wüste unserer Wissenschaft der planetaren Bewegungen kennen, indem nur ein kleines, sogleich näher zu beschreibendes Gebiet das mathematische Bürgerrecht beanspruchen kann. Die Klassiker integrierten die Differentialgleichungen des Problems in dem guten Glauben, daß die erhaltenen Reihenentwicklungen für alle Zeiten konvergieren, betragen doch die störenden Massen des Sonnensystems im Höchsfalle nur $\frac{1}{1000}$ der Sonnenmasse und halten sich doch auch die Exzentrizitäten und gegenseitigen Neigungen der Planetenbahnen in so mäßig kleinen Grenzen, daß die Annahme der Konvergenz der Lösung der Differentialgleichungen nach den Potenzen dieser kleinen Parameter für beliebige große Zeiträume als selbstverständlich erschien. Hinzu kam, daß die praktische Vergleichung der Reihen mit den Beobachtungsergebnissen eine meist gute Übereinstimmung ergab, wenn auch die herangezogenen Zeiträume von bescheidener Größe waren. Um so interessanter ist das in der nachklassischen Zeit sich langsam entwickelnde Paradoxon, daß nach dem Beweise Poincarés am Ende des 19. Jahrhunderts die Reihen der Planetenbewegungen überhaupt nicht das mathematische Bürgerrecht besitzen, weil sie nicht konvergieren, wenn sie auch nicht völlig divergieren. Der Kern des Paradoxons und seiner Lösung beruht nämlich darauf, daß die angewandten Reihen die Eigenschaft der bekannten Interpolationsformeln, die der Semikonvergenz besitzen, d. h. die sukzessiven Glieder der Reihen von Newton, Gauß, Stirling und Bessel nehmen vom ersten Gliede ab schnell an absoluter Größe ab, sodaß meist nur ganz wenige Glieder bis zu einem zu vernachlässigenden Rest zu genügen scheinen, um den gewünschten Funktionalwert zu erhalten; die Reihen haben aber die merkwürdige Eigenschaft, nach der anfänglich schnellen Abnahme der Glieder später wieder zuzunehmen zu beginnen, und es kommt nur darauf an, die Stelle der Reihe zu ermitteln, an der das kleinste zu vernachlässigende Glied sich befindet, indem die Reihe bis zu diesem Gliede, wie die Theorie zeigen kann, den gesuchten Funktionalwert richtig darstellt. Da diese höchst merkwürdige Eigenschaft nun gerade den Reihen zur Darstellung der Planetenbewegungen eigen ist, so besteht die Lösung des Paradoxons praktisch in der Abschätzung der Restglieder der Reihen, sobald die Entwicklung bis zu einem gewissen kleinen Gliede fortgesetzt worden ist. Es ist interessant, daß die Astronomen bei der verhältnismäßig schnellen Konvergenz der Potenzentwicklungen nach den genannten Parametern geradezu instinktmäßig die Stelle der kleinsten Glieder getroffen haben, während die analytische Restabschätzung besonders im Falle der Planetenbewegungen gar nicht einfach ist, da die Potenzentwicklung der Störungen infolge der Komplikation durch die vielen Glieder und ihre Größenabschätzung nahezu unübersehbar wird. Wohl sind die analytischen Wege zur Restabschätzung entwickelt, aber eine konkrete Anwendung auf die bisherigen Planetentheorien ist bis heute noch nicht zur Ausführung gekommen. Sie ist aber für jede künftig aufzustellende Theorie der planetaren Bewegungen als wichtigste Forderung aufzustellen, indem diese Forderung nach der Erkenntnis der semikonvergenten

Eigenschaft der bisherigen Reihen als ein Prinzip der modernen Störungstheorie zu betrachten ist, da man sich beim Vergleich zwischen der Beobachtung und der Theorie, wenn es sich um die Überbrückung größerer Zeiträume handelt, darüber Rechenschaft ablegen muß, ob die auftretenden Differenzen der Theorie oder dem Gravitationsgesetz zur Last zu legen sind; bei den klassischen Theorien läßt sich deshalb nur bei Ausführung einer Restabschätzung des Fehlers bei großen Zeiträumen eine Handhabe zur Untersuchung der Frage der absoluten Genauigkeit des Gravitationsgesetzes resp. der Frage der Existenz anderweitiger Ursachen für die Abweichungen ermitteln. Für den Vergleich weit auseinander liegender Beobachtungen mit dem Gravitationsgesetz ist also die Restabschätzung die *conditio sine qua non* für den Fortschritt der Forschung, wenn nicht gegenüber den klassischen Methoden neue Ideen mit neuen Methoden platzgreifen, bei denen eine Restabschätzung hinfällig ist, womit wir an die Schwelle der neuesten Forschung geführt werden. Daß tatsächlich bemerkenswerte Abweichungen bei den Körpern des Sonnensystems vorhanden sind, zeigt sich besonders arg beim Erdmonde, bei dem alle Ungleichheiten infolge der großen Erdnähe um so leichter in den Bereich der Beobachtung treten; auch unter Berücksichtigung der Ungleichförmigkeit der Erdrotation verbleiben noch unerklärbare Abweichungen, die mit der Zeit immer größer werden, wobei zu beachten ist, daß erst seit 1750 für den Mond wie für die großen Planeten, also noch nicht einmal seit 200 Jahren, brauchbare Beobachtungen vorhanden sind. Für die großen Planeten sind die vorhandenen Abweichungen, besonders nachdem die größte auf die Perihelbewegung des Merkur bezügliche durch die Relativitätstheorie im wesentlichen hat erklärt werden können, im einzelnen zwar noch nicht groß, aber sie sind vorhanden und es ist klar, daß man mit zunehmender Zeit den wachsenden Abweichungen gegenüber zu ernster Kritik im oben fixierten Sinne wird übergehen müssen. Die Ursache aber, die seit der klassischen Zeit bis Ende des 19. Jahrhunderts einen prinzipiellen Fortschritt der Theorie der planetaren Bewegungen verhindert und erst dann zu dem negativen Resultate der für große Zeiträume bestehenden Divergenz aller Störungstheorien, dann aber bei der Frage nach konvergenten Lösungen zu dem größten Fortschritt der Mechanik des Himmels, der Entdeckung der periodischen Lösungen im Vielkörperproblem, geführt hat, beruht auf den schon erwähnten, scheinbar für alle Zeiten gültigen Erfolgen der Klassiker und deren teilweise Erweiterung im 19. Jahrhundert; nachdem der Lagrange-Laplace'sche Satz der Unveränderlichkeit der großen Achsen durch Poisson auch auf die zweite Potenz der Massen ausgedehnt worden war und auch die Exzentrizitäten und Bahnneigungen auf eine periodische Form gebracht worden waren, nachdem dann Gylden in besonders genialer Weise in einer noch viel weiter gehenden Form die Planetenbewegungen in eine periodische Form hatte gießen können, sodaß die säkularen Glieder nicht mehr bedenklich erscheinen mußten, fehlte prinzipiell der Anreiz zu einer Weiterentwicklung der Theorie im Sinne einer Erkenntnis des Verhaltens der Potenzentwicklungen. Außerdem erschien der Nachweis der Möglichkeit einer für alle Zeiten stabilen Bewegung durch die Welt des Jupiter'systems erbracht, indem für die drei älteren Monde die merkwürdigen Beziehungen zwischen den mitt-

leren Bewegungen n, n', n'' und den mittleren Längen l, l', l'' bestehen:

$$\begin{aligned} n - 2n' &= n' - 2n'' \\ \text{oder } n - 3n' + 2n'' &= 0 \\ \text{und } l - 2l' &= l' - 2l'' + 180^\circ \\ \text{oder } l - 3l' + 2l'' &= 180^\circ. \end{aligned}$$

Trotz eifrigster Suche hat sich bis zum heutigen Tage niemals auch nur die geringste Abweichung von dieser elementaren, aber durch die gegenseitige Anziehung der Monde tiefer begründeten Harmonie der Bewegungen feststellen lassen. Auch theoretisch hat sich auf Grund neuerer Untersuchungen die erstaunliche Periodizität der Bewegungen der Jupitermonde nur noch weiter begründet.

Demgegenüber warf man endlich gegen Ende des 19. Jahrhunderts auf Grund der durch die Forschungen Poincarés begründeten Tatsache, daß die bisherigen Theorien der planetaren Bewegungen für große Zeiträume allgemein nicht konvergieren, sodaß trigonometrische Reihen im allgemeinen also keine strengen, unbeschränkt gültigen Lösungen des Problems darstellen können, während die Jupitermonde andererseits die tatsächliche Existenz einer speziellen trigonometrischen Lösung in natura demonstrieren, die Frage auf, unter welchen Bedingungen trigonometrische Lösungen absolut konvergierten und somit zu streng periodischen Lösungen mit mathematischem Bürgerrecht führen könnten. Die partikulären und strengen Lösungen des Problems, die seinerzeit am Ende des 18. Jahrhunderts von Lagrange entdeckt worden waren, galten dabei schon lange als in der Natur wohl nie vorhandene Ausnahmefälle, an die man nicht mehr dachte, die aber seit den ersten Jahren des 20. Jahrhunderts plötzlich durch die schönen, unerwarteten Entdeckungen am Himmel durch Max Wolf zu größter theoretischer Bedeutung emporstiegen. Unter den folgenden Voraussetzungen kann man zu diesen streng periodischen Lösungen des Vielkörperproblems gelangen. Die als materielle Punkte gedachten Körper mögen sich derart in einer Ebene befinden, daß die Resultante der auf jede Masse wirkenden Kräfte durch den Schwerpunkt des Systems gehe. Erteilt man alsdann dem ganzen System eine Rotation um den Schwerpunkt, so ist die entstehende Zentrifugalkraft proportional dem Abstände vom Drehpunkt, d. h. dem Schwerpunkt, und es fragt sich nur, welche Anordnung der Massen von vornweg erforderlich ist, damit die Resultanten der Kräfte in der Richtung nach dem Schwerpunkt ebenfalls dem Abstände vom Schwerpunkt proportional werden, sodaß die Körper bei Gleichheit beider Kräfte immer in derselben gegenseitigen Lage verbleiben müssen. Die mathematische Formulierung zeigt, daß man unter zweierlei Anordnungen der Massen zu einer Gleichgewichtslage, also strengen Lösungen des Dreikörperproblems gelangen kann. Der eine Fall stellt die Lagrange'sche Dreieckslösung dar, bei der die 3 Massen immer in den Ecken eines gleichseitigen Dreiecks liegen und die erforderlichen Anfangsgeschwindigkeiten senkrecht zu den Verbindungslinien mit dem Schwerpunkt stehen, um den alle 3 Körper Kreise beschreiben. Während das Dreieck in diesem Falle bezüglich seiner Größe unverändert bleibt, ändert es periodisch seine Dimension, wenn die Anfangsgeschwindigkeiten sämtlich

unter demselben schiefen, von 90° verschiedenen Winkel gegen die Richtung nach dem Schwerpunkt geneigt und, wie auch im ersten Falle, der Größe nach dem Abstände vom Schwerpunkt proportional sind, während in beiden Fällen der Schwerpunkt selbst mit konstanter Geschwindigkeit gradlinig durch den Raum bewegt wird. Die zweite zu einer periodischen Lösung führende Anordnung der Massen ist die, wo alle 3 Körper auf einer Geraden liegen, so daß, wenn der Abstand zweier Massen vorgelegt ist, der Abstand der dritten Masse durch eine algebraische Gleichung bestimmt wird, so daß die 3. Masse entweder zwischen die beiden anderen oder auf die eine resp. andere Seite derselben zu liegen kommt, so daß drei Möglichkeiten gegeben sind. Lagrange selbst bezeichnete die nach ihm genannten Lösungen in seiner auf sie bezüglichen Abhandlung als „reine Kuriositäten“, wenn auch zu seiner Zeit bereits die Entdeckung der Planetoiden begann. Aber auch während des ganzen 19. Jahrhunderts wurde kein einziger Planetoid entdeckt, der unter die Klasse der Lagrange'schen Lösungen gefallen wäre, und man hätte auch schwerlich vermuten können, daß solche Lösungen in der Natur vorhanden seien. Aber dieser Auffassung zum Trotz wurde zu Beginn des 20. Jahrhunderts, im Jahre 1906, von Max Wolf mit dem Planetoiden 588 Achilles ein Körper entdeckt, der mit der Sonne und Jupiter, dem massengrößten Körper des Sonnensystems, sehr nahe ein gleichseitiges Dreieck bildet. Wenige Jahre später wurden überraschenderweise noch drei weitere Planeten derselben Sorte und zu Beginn des Jahres 1930 bereits der 7. Planet dieser Jupitergruppe aufgefunden, wobei fünf der sieben Körper dem Jupiter um 60° vorangehen, während zwei derselben ihm in 60° Abstand folgen, so daß sich also in den beiden Spitzen der über der Verbindungslinie Sonne—Jupiter errichtbaren gleichseitigen Dreiecke Lagrange'sche „Kuriositäten“ befinden. An der Behandlungsweise der Bewegungstheorie dieser Planeten der Jupitergruppe kommt nun eines der wesentlichen Prinzipien der modernen Störungstheorie zum Ausdruck. Bei den bisherigen Theorien der Planetenbewegungen wurden die Störungen im allgemeinen unter Zugrundelegung der Kepler'schen Ellipse als 1. Näherung ermittelt, abgesehen von Spezialfällen, auf die ich teilweise noch zurückkomme und in denen von vornweg eine 2. Näherung als Basis dienen mußte, weil die Divergenz nach den Massen von vornweg in Erscheinung trat. In den modernen Theorien wird man, wenn irgend möglich, schon in der 1. Näherung eine der wahren näher liegende Bahn, als es die Kepler'sche Ausgangsellipse ist, als Basis wählen, um von vornherein eine stärkere Konvergenz der Näherungen zu erhalten. Gerade die periodischen Lösungen sind, wenn solche in dem zu behandelnden Falle existieren, was, wie wir noch sehen werden, im Sonnensystem fast immer der Fall ist, ganz besonders als Ausgangslösungen geeignet, weil ihre analytische Darstellung meist eine außerordentlich einfache ist. Speziell für die Planeten der Jupitergruppe gelangt man besonders einfach zu einer periodischen, der wahren Lösung naheliegenden Bewegungsform. Die Untersuchung der Bewegung in der Nähe der Lagrange'schen Dreieckspunkte führt nämlich zu dem Ergebnis, daß, wenn die Masse des störenden Körpers, also Jupiters, kleiner als $\frac{1}{25}$ der Sonnenmasse ist, was im Sonnensystem tatsächlich zutrifft, periodische Lösungen existieren. Sind die Abstände des Planetoiden von dem strengen Lagrange'schen Librationspunkt klein, so ergeben sich für die Form der

Bahnen der Umgebung, als Fortsetzung der Librationspunkte, Ellipsen, deren kleine Achse sehr nahe in die Richtung vom Librationszentrum zur Sonne und deren große Achse also in die Richtung der heliozentrischen Bewegung um die Sonne fällt. Die Exzentrizität der Bahnen ist groß, so daß dieselben langgestreckt sind und die Schwingungen um die Gleichgewichtslage in Länge groß werden können. Die Länge der Periode zum Durchlaufen der Ellipsen hat für alle Ellipsen den gleichen Betrag von rund 13 Jupiterumläufen, also rund 148 Jahren, und die Richtung der Bewegung in der Ellipse um den Librationspunkt ist der um die Sonne entgegengesetzt. Die Anwendung der Theorie auf die Trojaner, wie man die Planeten der Jupitergruppe auch nennt (Achilles etc.), hat ergeben, daß die halbe Amplitude der Schwingung des Radiusvektors um den Librationspunkt nach dem Librationspunkt im Maximum 18° für Hektor und mindestens 3° für Patroclus beträgt. Bemerkenswert und wesentlich ist, daß man diese periodischen Lösungen, die, über die Keplerschen Ellipsen als Grundlösung weit hinausgehend, von vornweg die Hauptstörung durch Jupiter enthalten, auf Grund sehr einfacher, nämlich linearer Differentialgleichungen mit konstanten Koeffizienten erlangt. Aber auch die weitere analytische Fortsetzung dieser Librationsellipsen zu einer 2. Annäherung an die wahre Bahn, indem man nun auch die höheren Potenzen der Entfernungen der Trojaner vom Librationspunkt in Rechnung zieht, ist ebenfalls in einfacher Weise zu erreichen, so daß wir in den Trojanern ein typisches und übersichtliches Beispiel der Verwendungsmöglichkeit der periodischen Lösungen besitzen.

Während die Entfernung der Planeten der Trojanergruppe von Jupiter als hauptsächlich wirksamem Planeten normal groß und die Entwicklung der störenden Kräfte von Singularitäten frei ist, was für die Auffindung periodischer Lösungen von wesentlicher Bedeutung, weil Einfachheit ist, gibt es einen anderen Fall von großer praktischer wie theoretischer Bedeutung, nämlich den des Erdmondes, wo unter der Einwirkung von Erde und Sonne infolge der geringen Entfernung des Mondes von der Erde eine Entwicklung des in der Umgebung der Erde unendlich groß werdenden Potentials allein nach steigenden Potenzen der Koordinaten des Mondes zur Erde nicht möglich ist, weshalb die Auffindung periodischer Lösungen in der unmittelbaren Umgebung der Planeten viel schwieriger als in der Umgebung der Lagrangeschen Librationspunkte ist und einen analytisch viel weitergehenden Apparat erfordert. Gerade deswegen sind diese Untersuchungen aber von besonders schönen und wertvollen Erfolgen begleitet gewesen; dem Amerikaner G. W. Hill gelang der Nachweis der Existenz periodischer Lösungen in der Umgebung der Massenpunkte und H. Poincaré konnte durch den Nachweis der Konvergenz der bei diesem Problem zum erstenmal auftretenden unendlichen Determinanten die mathematische Berechtigung dieser Lösungen nachweisen, so daß diese Lösungen, zumal bei besonders rascher Konvergenz der trigonometrischen Reihen, als ein ganz großer, prinzipieller Fortschritt der Mechanik des Himmels zu buchen sind. Historisch interessant ist, daß man zuerst beim Erdmonde, trotz des an sich viel schwierigeren Falles, die Entdeckung periodischer Lösungen gemacht hat, während die Entdeckung der allgemeinen periodischen Lösungen bei den Planeten

erst ein Jahrzehnt später (1889) durch Poincaré erfolgte, der auch die folglich zu besprechenden allgemeinen Methoden für ihre Auffindung entwickelt hat. Die Ursache zu der zeitlich früheren Entdeckung einer periodischen Mond-Lösung liegt darin, daß beim Monde in Anbetracht seiner andauernden Abweichung zwischen Beobachtung und Theorie eine intermediäre Bahn als Ausgangslösung der Theorie mehr vonnöten erscheint als bei den Planeten. Das Problem der Auffindung periodischer Lösungen kann man folgendermaßen formulieren. In den Differentialgleichungen der Bewegung tritt die störende Masse oder eine Funktion dieser Masse als kleiner Parameter auf, bei dessen Verschwinden man zunächst die Differentialgleichungen zu integrieren sucht. Findet man in diesem Falle gewisse periodische Lösungen, so untersucht man die Frage, unter welchen Bedingungen nun die bei kleinem Werte des Parameters ebenfalls möglichen periodischen Lösungen existieren. Da man die Lösungen nach Potenzen des genannten Parameters entwickelt, so erhält man nach diesem Verfahren zwar nicht den ganzen Bereich der überhaupt vorhandenen Lösungen, aber doch zum mindesten diejenigen, die vor allem für die Theorie der Bewegungen im Sonnensystem von grundlegender Bedeutung sind; ferner bieten diese Lösungen, wie der Erfolg gezeigt hat, bisher die einzige Möglichkeit, „zum ersten Male in ein Feld einzudringen, das bisher als gänzlich unzugänglich galt“ (Poincaré), was nämlich die Natur der Integrale des Dreikörperproblems betrifft. Wohl hatte Bruns auf Grund allgemeiner Untersuchungen über die Differentialgleichungen des Viel-Körperproblems gefunden, daß das Problem keine anderen algebraischen Integrale zuläßt, als schon bekannt waren, nämlich die Integrale der lebendigen Kraft, der Schwerpunktsbewegung und der Flächen und ferner, daß selbst keine Integrale von der Natur der Abel'schen Integrale existieren; dem gegenüber konnte aber Poincaré auf Grund der Entdeckung der periodischen Lösungen den viel weiter gehenden Schluß ziehen, daß auch eindeutige *transzendente* Funktionen, wie z. B. die trigonometrischen Reihen, keine *allgemeine* Lösung darzustellen vermögen.

Die von Poincaré gefundenen periodischen Lösungen lassen sich nun nach drei verschiedenen Gesichtspunkten fortieren, wobei die Exzentrizitäten das unterscheidende Merkmal bilden. Die erste Sorte ist dadurch charakterisiert, daß bei verschwindendem Massenparameter sowohl die gegenseitige Neigung der Bahnen als auch die Exzentrizitäten verschwindend sind. Bei der zweiten Sorte findet die Bewegung ebenfalls noch in derselben Ebene statt, aber die Exzentrizitäten behalten bei verschwindendem Massenparameter nichtverschwindende Werte. Die dritte Sorte endlich enthält die Fälle, wo die gegenseitigen Neigungen von 0 verschieden sind. Vom Standpunkte der Anwendung auf das Sonnensystem sind die Lösungen der zweiten Sorte allein von besonderer Wichtigkeit und stehen mit den gerade schwierigsten Fällen, den nahezu kommensurablen Bewegungen unter den Planetentypen im engen Zusammenhange. Bei der ersten Sorte ist die Bewegung zweier Planeten, wenn ihre Massen verschwindend sind, immer relativ-periodisch, falls die Exzentrizitäten verschwindend sind und die Bewegung also im Kreise vor sich geht, sodaß die Körper nach Ablauf der synodischen Umlaufszeit unter denselben Bedingungen wieder in dieselbe relative Anfangslage zurückkehren. Man kann dann zeigen, daß auch

für einen von 0 verschiedenen Massenparameter periodische Lösungen derselben Periode existieren, wenn nur die Anfangswerte der Koordinaten, resp. der Bahnelemente einer bestimmten kleinen Verschiebung unterworfen werden. Die Mannigfaltigkeit der Lösungen ist eine vierfach unendliche, da der Zeitpunkt und die Länge der Konjunktion oder Opposition, wenn man von einer solchen symmetrischen Lage ausgeht, ferner die Periode der Bewegung und schließlich die Konstante des Integrals der lebendigen Kraft willkürlich gewählt werden können. Nur in einem speziellen Falle existieren keine periodischen Lösungen der ersten Sorte, wenn nämlich die mittleren Bewegungen der beiden Planeten im Verhältnis zweier aufeinander folgender ganzen Zahlen stehen. Diese Fälle sind aber andererseits von der größten Wichtigkeit für die Theorie und Praxis, weil bis heute noch keine ganz vollständige Theorie zur einwandfreien Behandlung und Darstellung der entsprechenden Planeten-Typen für größere Zeiträume existiert. Der Grund, auch für die Nichtexistenz der periodischen Lösungen erster Sorte, ist der folgende. Es handle sich, um ein konkretes Beispiel zu wählen, um den Hecuba-Typus, der durch das Verhältnis $\frac{1}{2}$ der mittleren Bewegungen des Planetoiden zu Jupiter charakterisiert ist. Hat Jupiter einen einzigen Umlauf in seiner Bahn gemacht, so Hecuba deren zwei, und die Konjunktion findet immer an derselben Stelle der Bahn statt. Folglich häufen sich dieselben Störungen immer an denselben Stellen der Bahnen im gleichen Sinne an und diese Summation der Störungen ist besonders groß von der 1. Ordnung der Exzentrizitäten beim Typus $\frac{1}{2}$, indem, wenn die mittleren Bewegungen im Verhältnis zweier Zahlen stehen, die um zwei Einheiten von einander verschieden sind, wie z. B. beim Typus $\frac{1}{3}$, die gestörte Körper drei Umläufe gemacht hat, während der Jupiter erst einen einzigen vollendet hat, sodaß beträchtliche Störungen, hier aber erst von der 2. Ordnung der Exzentrizitäten, an denselben Stellen der Bahn erst nach drei Umläufen des Planetoiden und dann auch in größerem Abstände von Jupiter als beim Typus $\frac{1}{2}$, also in geringerer Stärke wiederkehren. Die Störungen sind umso beträchtlicher, je näher die Kommenfurabilität der mittleren Bewegungen erfüllt ist, und bleiben nicht von der Ordnung der störenden Masse, speziell in der Perihelbewegung, die von der $-1.$ Ordnung der Exzentrizitäten, so daß man die von dieser Singularität freien Lösungen erster Sorte, bei denen alle Störungen von der Ordnung der störenden Masse klein bleiben müssen, beim Hecubatypus nicht verwenden kann. Wohl aber kann man diese Sondertypen unter den kommenfurablen Bewegungen an eine neue Sorte periodischer Lösungen anschließen, auf die ich weiter unten im Anschluß an die periodischen Lösungen 2. Sorte zurückkommen werde. Da bei dieser Sorte die Exzentrizitäten bei verschwindenden Massen von 0 verschieden sind, bewegen sich beide Planeten alsdann in Keplerischen Ellipsen um die Sonne; ihre Bewegung ist offenbar nur dann periodisch wiederkehrend, wenn die mittleren Bewegungen im Verhältnis zweier ganzer Zahlen kommenfurabel sind, indem nur dann jeder Planet nach Ablauf der Periode eine ganze Zahl von Umläufen in seiner elliptischen Bahn vollendet hat, so daß die Anfangslage wiederhergestellt ist. Wann existieren nun periodische Lösungen, wenn die Planetenmassen von 0 verschieden sind, also die gegenseitigen Störungen hinzutreten? Die Untersuchung der betreffenden Differentialgleichungen auf

periodische Lösungen ergibt dann als weitere Bedingung zur Voraussetzung der Kommenfurabilität der mittleren Bewegungen die, daß die Richtungen der Perihelie immer zusammenfallen oder um 180° verschieden sein müssen, so daß also die Säkularbewegung der Apfidenlinien beider Planeten dieselbe sein muß, woraus die Bedingungsgleichung folgt, der die Exzentrizitäten zu genügen haben. Ferner müssen die Anfangslagen der Körper so gewählt sein, daß sie in den Endpunkten der Apfiden, im Perihel oder Aphel, in Konjunktion oder Opposition, ihre Bewegung beginnen, aber auch asymmetrische Lösungen gegenüber diesen symmetrischen Lösungen sind möglich. Handelt es sich nicht um zwei von 0 verschiedene Planetenmassen, sondern z. B. um das System der Planetoiden mit Jupiter als hauptsächlich störendem Körper, so ist die Masse des Planetoiden gegenüber der Jupitermasse als verschwindend zu betrachten, sodaß keine Einwirkung des Planetoiden auf Jupiter stattfindet und deshalb die Perihelbewegung des Jupiter ungestört, also verschwindend ist; im Falle einer periodischen Lösung ist dann folglich auch die Perihelbewegung des Planetoiden verschwindend, woraus die Beziehung zwischen den Anfangsexzentrizitäten folgt. Die Zahl der Bedingungen erscheint von vornweg so groß, daß man geneigt sein könnte, anzunehmen, daß in der Natur selten entsprechende Fälle, die jene Bedingungen erfüllen, vorkommen könnten. Und doch kommt uns die Natur selbst dabei ganz wesentlich zu Hilfe. Zunächst gibt es eine große Zahl von Planetoiden, deren mittlere Bewegung zu der des Jupiter sehr nahe in einem niedrigzahligen Verhältnis steht. Was ferner die Lage der Perihellinien der Planetoiden zu der des Jupiter betrifft, so zeigt sich auf Grund der statistischen Untersuchungen, daß sich die Richtungen der Perihelie in der Richtung des Jupiterperihels häufen, als Zeichen, daß Jupiter wie ein mächtiger Regulator die Bewegungen im Sonnensystem beeinflusst hat. So kommt es, daß auch die Perihelie einer ganzen Reihe nahezu kommenfurabler Bahnen in der Nähe des Jupiterperihels gelegen sind. Die Abweichung von der strengen Kommenfurabilität bewirkt, daß die Konjunktions- resp. Oppositionslinie sich von der einen zur anderen Konjunktion resp. Opposition stetig um einen Betrag proportional der Abweichung von der Kommenfurabilität verschiebt, so daß sich immer ein bestimmter Zeitpunkt ermitteln läßt, in dem die genannten Linien in die Nähe der Perihelien zu liegen kommen. Da schließlich die Exzentrizitäten der Planetoiden klein sind, so liegen sie fast immer in der Nähe des der periodischen Lösung entsprechenden Wertes. Wie man endlich die Brücke zu der wahren Bahn herstellt, da die periodische Lösung doch nur eine Annäherung an die tatsächlichen Bahnen vermittelt, soll sofort auseinandergesetzt werden, sobald die 3. Sorte der periodischen Lösungen besprochen worden ist. Das Kriterium dieser Sorte ist das Vorhandensein einer Neigung der Bahnebenen. Bei verschwindenden Massen ist die Voraussetzung der Existenz einer periodischen Lösung vor allem wieder die Kommenfurabilität der mittleren Bewegungen und ein Verschwinden der Exzentrizitäten. Die Bewegung geht in der gestörten Bewegung alsdann in der Weise vor sich, daß die Konjunktionslinie mit der gemeinsamen Knotenlinie, die sich mit konstanter Geschwindigkeit auf der unveränderlichen Ebene fortbewegt, zusammenfällt. Wenn auch die 3. Sorte die Erweiterung auf den Raum gestattet, so ist doch die 2. Sorte die wichtigste der periodischen Lösungen,

da die Berücksichtigung der Abweichung der Bahnebenen auch nach bekannten, einfachen Verfahren vor sich gehen kann.

Den Anschluß einer periodischen Lösung, gleichviel welcher Sorte, an die wahren Bewegungen vermittelt nun die Variation der strengperiodischen Lösung, d. h. die analytische Fortsetzung der Generatrix. Da man die Differentialgleichungen der Mechanik allgemein stets auf solche 1. Ordnung reduzieren kann, ist das Problem der Variation einer periodischen Lösung, wenn man sich zunächst auf die 1. Potenz der Abweichung der wahren von der periodischen Lösung beschränkt, immer auf lineare Differentialgleichungen mit periodischen Koeffizienten zurückführbar. Der Charakter der analytischen Fortsetzung wird dann durch die Eigenschaften der „charakteristischen Exponenten“ der Lösung bestimmt, die in den Exponenten der e -Funktionen, die wiederum als Koeffizienten der trigonometrischen Reihen auftreten, figurieren. Bezeichnet ξ_i die Variation irgendeiner Koordinate oder eines Bahnelementes, so ist der analytische Ausdruck der Variation:

$$\xi_i = \sum_{a=1}^n e^{s_a t} \varphi_a^i(t) + \psi^i(t) + t c \chi^i(t)$$

wo also s_a die charakteristischen Exponenten fixiert, c eine Integrationskonstante und φ , ψ und χ trigonometrische Reihen der Zeit t sind. Ist die Integrationskonstante $c = 0$ und sind die s_a rein imaginär, so ist die Anschlußbahn rein periodisch, die Lösung also stabil; ist aber s_a allgemein komplex, so ist, falls der reelle Teil von s_a positiv, die Lösung nicht mehr rein periodisch, sondern war einst für $t = -\infty$ eine reinperiodische Lösung, die sich dann asymptotisch auf $\xi_i = \psi^i(t)$ reduzierte; ist ferner der reelle Teil von s_a negativ, so geht die auch hier allgemein aperiodische Lösung erst für $t = +\infty$ asymptotisch in die periodische Lösung

$$\xi_i = \psi^i(t)$$

über. Diese asymptotischen Lösungen sind also Lösungen, die in unendlicher Vergangenheit periodisch waren, oder solche, die in unendlich ferner Zukunft in periodische Lösungen übergehen. Auf Grund einer einfachen und übersichtlichen Methode ist es in der Praxis möglich, mittels der Variation zur wahren Lösung überzugehen. Dabei kann c sehr wohl verschwinden, sodaß eine tatsächliche Scheidung der Lösungen in stabile und nichtstabile möglich ist; zum Beispiel hat die Anwendung auf den speziellen Fall desjenigen Planetentypus des Sonnensystems, bei dem die mittlere Bewegung nahezu gleich der dreifachen des Jupiter ist, ergeben, daß dieser Fall asymptotischer Natur ist, als erstes Beispiel asymptotischer Lösungen im Sonnensystem, im Gegensatz zu einem sogleich zu besprechenden Fall des Hecuba-Typus.

Als ganz wesentliche Eigenschaft der bisher betrachteten periodischen Lösungen ist die Gleichheit der Länge der Periode in der gestörten wie ungestörten Bewegung zu betrachten. Es gibt aber auch Lösungen, bei denen die Perioden voneinander verschieden sind, wofür das folgende Beispiel

herangezogen werde. Jupiter laufe in einer Kreisbahn und die Konjunktion oder Opposition finde in dem Augenblick statt, in dem der zu Jupiter nahezu kommensurable Planet im Perihel oder Aphel steht. Eine periodische Lösung findet dann unter der Bedingung statt, daß sich der Planet bei der nächsten Konjunktion resp. Opposition wieder im Perihel oder Aphel befindet, die sich in der Zwischenzeit säkular verschoben haben, wobei die Periode der synodischen Umlaufszeit um eine Größe von der Ordnung der störenden Masse abgeändert worden ist. Die Bedingung für die Perihelbewegung stellt eine Bedingung für die jeder bestimmten Abweichung von der strengen Kommenfurabilität entsprechende Exzentrizität dar. Diese Lösungen in der Umgebung der Stellen der Kommenfurabilität erweisen sich als besonders wertvoll im Falle des oben besprochenen Typus der Hecubagruppe, für die periodische Lösungen 1. Sorte nicht existieren und bei der die Exzentrizität im Falle einer Lösung 2. Sorte ungefähr 0,7 beträgt, so daß im Sonnensystem eine Anwendung bei den entsprechenden Planetoiden analytisch nicht möglich ist; dagegen gehören zu den Lösungen mit abgeänderter Periode kleine planetare Exzentrizitäten, sodaß die Schwierigkeit für den Hecubatypus behoben ist. Die neuen Lösungen sind ebenfalls analytisch fortsetzbar und an die wahren Bewegungen anschließbar auf Grund der genannten Methoden; es ergibt sich, daß diese Lösungen rein periodisch, also stabil sind. Auch besteht keinerlei Schwierigkeit, bei Mitnahme der zweiten oder noch höherer Potenzen der Abweichungen von der wahren Bewegung die entsprechenden Variationsgleichungen zu integrieren. Für die Anwendung der Theorie auch auf die großen Planeten kommt die Natur uns insofern zu Hilfe, als die mittleren Bewegungen der vor allem in Betracht kommenden Körper wie Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun und Pluto in einem niedrigzahligen Verhältnis sehr nahe kommensurabel sind, indem dieses Verhältnis für Saturn:Jupiter sehr nahe gleich $\frac{2}{5}$, Saturn:Uranus gleich $\frac{3}{1}$, Uranus:Neptun:Pluto = $1:1/2:1/3$ ist, analog für die inneren Planeten, indem z. B. für Erde: Venus das Verhältnis nahe $\frac{6}{8}$ beträgt, sodaß man auf Grund dieser Beziehungen an die Aufstellung periodischer Lösungen auch bei den großen Planeten herantreten kann. Der Vorzug der periodischen Lösungen gegenüber den klassischen Methoden liegt vor allem darin begründet, daß für die Lösungen auf lange Sicht, wie sie zu Untersuchungen kosmogonischer Natur und zur Lösung der Kardinalfrage der Mechanik des Himmels in Bezug auf die unbeschränkte Gültigkeit des Newtonschen Gravitationsgesetzes notwendig sind, die schwierigen Restabschätzungen in Fortfall kommen.

Zum Schlusse, zu Kepler zurückkehrend, erkennen wir, daß nach der Lösung des Keplerischen Zweikörperproblems die strenge analytische Lösung des Problems der drei Körper allgemein für große Zeiträume nur unter der Voraussetzung kleiner störender Massen bei den periodischen Lösungen möglich gewesen ist, d. h. wir kennen in Strenge nur eine Oase in der Wüste der Wissenschaft, wie zu Anfang des Auffatzes noch unbestimmt zum Ausdruck gebracht worden war. Zwar kennt die Wissenschaft außer der Theorie der periodischen Lösungen noch eine allgemeine analytische Lösung in Form gewisser Reihen nach der Zeit, die Lösung von Sundmann, aber diese Entwicklungen sind schon für kürzere Zeiträume praktisch nicht verwend-

bar, geschweige denn für die erforderlich großen Zeiträume, weil die Sundmannschen Reihen nicht gleichmäßig konvergent sind. Allein zur Formulierung des Keplerschen Zweikörperproblems sind Jahrtausende vonnöten gewesen, zur Lösung des Keplerschen Erbes des Dreikörperproblems reicht zur Zeit die gesamte hochentwickelte mathematische Analyse nicht aus; es erscheint als notwendig, daß zunächst einmal die Analysis neue Funktionen mit bestimmten, dem Dreikörperproblem angepaßten Eigenschaften entdeckt, um mit ihrer Hilfe eine Darstellung des Problems durch gleichmäßig konvergente Reihen zu ermöglichen, gültig für beliebig große Zeiträume; nur solche Entwicklungen können auch, falls sie überhaupt existieren, den periodischen Lösungen mit ihren Anschlußbahnen den Rang ablaufen.

DIE PLANETEN „KEPLER“ UND „RATISBONA“.

VON GEHEIMRAT PROF. DR. MAX WOLF, HEIDELBERG,
DIREKTOR DER STERNWARTE HEIDELBERG-KÖNIGSSTUHL,
ERSTER PRÄSIDENT DER ASTRONOMISCHEN GESELLSCHAFT.

Im Anschluß an die erhebende Keplerfeier in Regensburg haben zwei bisher noch unbenannte Planetoïden die Namen „Kepler“ und „Ratisbona“ erhalten. Die beiden Planeten waren auf der Königstuhl-Sternwarte bei Heidelberg entdeckt und im Astronomischen Recheninstitut in Berlin-Dahlem berechnet worden.

Ich komme hier dem mir geäußerten Wunsche nach, ein paar Worte über solche Himmelskörper, ihre Entdeckung und Beobachtung zu sagen.

Bekanntlich wird die Sonne außer von den bekannten größeren Planeten noch von einer beträchtlichen Anzahl kleinerer, den sogenannten Planetoïden umkreist. Die meisten bewegen sich zwischen den Bahnen von Mars und Jupiter an einer Stelle, wo man nach dem Verteilungsgesetz der großen Planeten einen anderen großen Planeten vermuten sollte.

Kepler war es, der 1596 auf diese Lücke hinwies, der diesen „hiatus“ (wie er sagte) gefühlt hat, und der vermutete, daß der vermißte große Planet doch wohl zu klein sein werde, um leicht gesehen und aufgefunden werden zu können.

Erst am ersten Tage des 19. Jahrhunderts konnte „der erwartete Planet“ durch Piazzi in Palermo entdeckt werden. Aber statt eines einzelnen größeren Planeten fand sich im Laufe der Jahre eine große Schar kleiner Planeten, sodaß schon Olbers sich für berechtigt hielt, sie als Bruchstücke eines zersprungenen Großplaneten anzusehen, eine Erklärung, um welche sich im Laufe der Zeit ein noch nicht entschiedener Streit erhoben hat.

Es sind merkwürdige, kleine Himmelskörper, Mittelglieder zwischen den eigentlichen Planeten, wie Venus, Erde oder Mars — und den Kometen und Meteoriten. Und von vielen Forschern ist darüber nachgedacht worden, ob sich nicht ein allmählicher Übergang zwischen Kometen und Planetoïden erweisen lasse. Die Feststellung solcher Zusammenhänge würde für die Frage der Entstehung der Körper und zugleich auch der Entwicklung des Sonnensystems von Bedeutung sein.

So gibt es viele Fragen, die sich aus der Untersuchung dieser Himmelskörper erheben.

Es sind beispielsweise die Helligkeitsverhältnisse dieser durch die Sonne beleuchteten Körper recht merkwürdig. Bei verschiedenen Planeten ändert sich die Helligkeit verschieden mit dem Phasenwinkel. Bei manchen zeigt sich ferner eine regelmäßige Helligkeitsschwankung. So sind diese Untersuchungen sowohl von Interesse für die Beschaffenheit der Körper und ihre Axendrehung, welche die Helligkeitsschwankungen wohl zweifellos bewirkt, als auch und noch mehr für die photometrischen Theorien selbst.

Einzelne Planetoiden, besonders (433) „Eros“, bieten uns das genaueste Mittel, vermöge Kepler's drittem Gesetz die Entfernung der Sonne zu bestimmen und damit den Maßstab für das Universum zu gewinnen. Gerade gegenwärtig ist man wieder darangegangen, in groß angelegter, internationaler Zusammenarbeit die Eros-Parallaxe zu messen; denn das Gefirn kommt jetzt unserer Erde sehr nahe, sodaß man es trigonometrisch fassen kann.

Die Masse von Erde und Mond läßt sich dabei ebenfalls ermitteln. Andere Planeten gestatten mit großer Genauigkeit die Masse Jupiter's abzuleiten, und wohl auch von Mars.

Es ist zweifellos die wichtigste Frucht der Arbeit an den kleinen Planeten, durch sie gelernt zu haben, aus wenigen, genauen Beobachtungen Planetenbahnen zu berechnen. Die scharf sinnigsten mathematischen Entwicklungen, mit deren Beginn die Namen von Lagrange, Gauss und Laplace verbunden sind, haben da ihren Ursprung genommen, und haben sich in ununterbrochener Folge bis heute an diese Aufgabe geknüpft.

Ähnliche Bedeutung besitzen die mannigfachen Probleme der physischen Astronomie, der Anwendung des Gravitationsgesetzes, speziell der Störungstheorie, angeregt durch Objekte, wie sie sich da in buntester Abwechslung den Astronomen zur Verfügung stellten; von Bahnen, die im Librationsverhältnis zum Jupiter stehen, wie sie die sogenannten „Trojaner“ besitzen, von solchen, deren Störungen durch Jupiter sich fast rhythmisch, wie Resonanzerscheinungen summieren, wie z. B. bei (108) „Hecuba“, (153) „Hilda“, (46) „Hestia“ u. a., — bis zu solchen, die in stärkster Neigung ihrer Ebenen oder aber in stark exzentrischer, langgestreckter Form die Mars-Bahn und Jupiter-Bahn kreuzen.

Da sind viele theoretische Untersuchungen angeregt worden, die aus dem allgemeinen Dreikörperproblem entsprangen, und andere, die sich aus Spezialfällen der Planetoiden ergaben. Dann die ganzen mathematischen Arbeiten, die daran sich angeknüpft haben, die Stabilitäts- und Konvergenzfragen und das interessante Problem der „absoluten Bahn“ Gylden's.

Man hat auch Ringe aus Staub oder aus Meteoriten im Planetoidengürtel vermutet und gewisse Eigentümlichkeiten der Bewegung in exzentrischen und geneigteren Bahnen durch ihren Einfluß, der wie ein widerstrebendes Mittel wirken würde, deuten zu können geglaubt. Auch die Verteilung der Bahnen suchte man zum Teil so zu erklären.

Besonderes Interesse erheischen nämlich die statistischen Resultate, die sich aus der Vergleichung der Beschaffenheit und der Lage der Bahnen, z. B. ihrer Anhäufungen und Lücken ergeben. Die Planetoidenbahnen ordnen sich nämlich keineswegs gleichmäßig mit ihren Sonnenabständen, sondern so, daß Ansammlungen und Leerstellen abwechseln. Leerstellen liegen

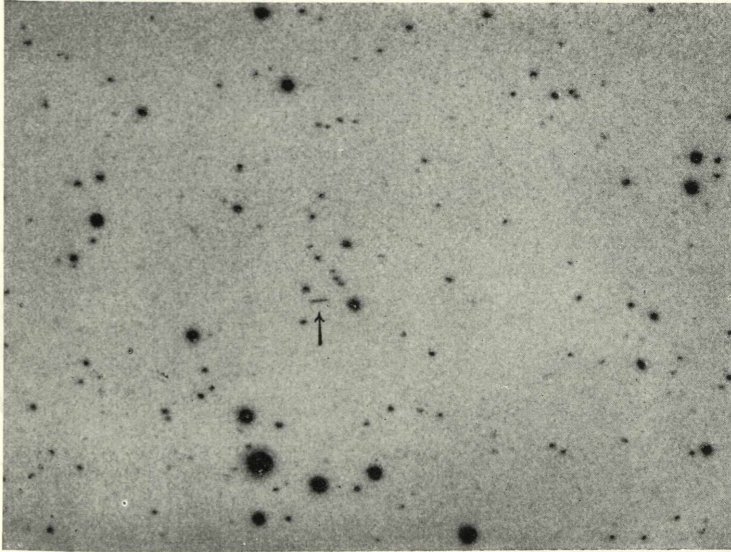
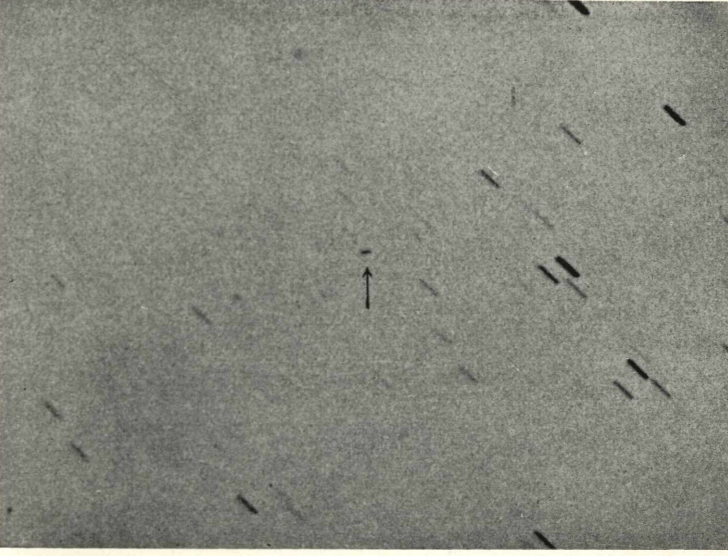


Bild 1.

Planetoid „Ratisbona“.

Nr. 927.



Tafel XXI.

Bild 2.

Planetoid „Kepler“.

Nr. 1134.

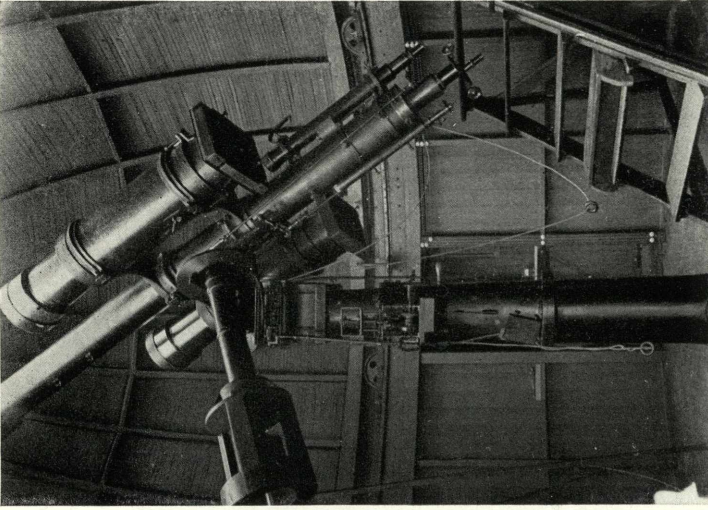


Bild 3.

Photographisches Fernrohr der Sternwarte Heidelberg-Königstuhl, mit dem die Entdeckungsaufnahme der „Raisibona“ gemacht wurde.

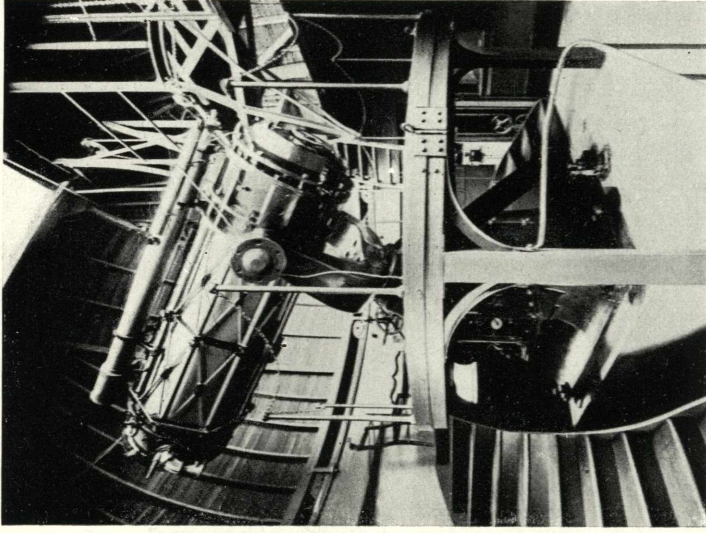


Bild 4.

Spiegelteleskop der Sternwarte Heidelberg-Königstuhl, mit dem die Entdeckungsaufnahme des „Kepler“ gemacht wurde.
Spiegeldurchmesser 71 cm.

bei jenen Sonnenabständen, für welche die mittleren Bewegungen der betr. Bahnen in einfachem Verhältnis zu jener des Jupiter stehen. Also dort, wo sich die mittleren Bewegungen zu derjenigen des Jupiter verhalten, wie 1:2, 1:3, 2:5, 2:7, 3:8 usw. Es ist eine Frage, ob die Stellen schon bei der Entstehung des Sonnensystems erzeugt wurden, oder durch den Einfluß von Jupiter (bzw. von Mars) unter Mitwirkung eines widerstrebenden Mittels fortgesetzt gebildet werden.

Ähnliche Gesetzmäßigkeiten lassen sich z. B. auch für die Richtungen der großen Achsen der Bahnellipsen bezüglich jener des Jupiter nachweisen, und da erheben sich die nämlichen Fragen.

Diese Untersuchungen sind also von gleicher Wichtigkeit für die Himmelsmechanik wie für die Kosmogonie.

Vergleicht man die sechs hauptfächlichen Häufungsstellen der Planetoïdenbahnen mit der Lage der Elektronenbahnen der Rydberg'schen Formel, so zeigt sich merkwürdige Übereinstimmung. Man ist gespannt auf die Ursache, welche hier im Sonnensystem die gleiche Anordnung zu bewirken scheint, wie dort im Atom.

Bewegungsercheinungen, die sich aus der Bewegung der Planetoïden ergaben, konnte man auf die größeren Bewegungsvorgänge des Milchstraßensystems anwenden. Lange Zeit nicht genügend gewürdigte Untersuchungen und Schlüsse von G y l d é n, und später von O p p e n h e i m, haben neuerdings unerwartete und glänzende Bestätigung in der O o r t'schen Rotation des Milchstraßensystems gefunden.

Erwähnt muß auch noch werden, daß die Planetenforschung die Herstellung von Himmelskarten schwächerer Sterne angeregt hat. Die berühmten Werke der Berliner Akademischen Sternkarten, der Karten von B i s h o p, P e t e r s, C h a c o r n a c, P a l i s a und die photographischen Karten von P a l i s a und W o l f sind so hervorgerufen worden. Sie sind für viele andere astronomische Arbeiten nachher von großem Nutzen gewesen.

Damit sind nur die wichtigsten Arbeiten berührt, die durch die Beschäftigung mit den Planetoïden entstanden sind. Sie waren für den Aufstieg der Wissenschaft von sehr großer Bedeutung.

So ist es nicht verwunderlich, daß die Astronomen seit länger als einem Jahrhundert starkes Interesse für dieses Gebiet gezeigt haben.¹

Es kamen allerdings Perioden, in denen das Interesse zu erlahmen schien, und man daran dachte, die systematische Arbeit für die Planetoïden ganz aufzugeben. Das war dann, wenn einzelne Forscher an der Möglichkeit verzweifelten, daß die Riesenarbeit, welche die Rechnungsführung und die Beobachtungskontrolle über die stets zunehmende Zahl der Körper erforderte, weiter geleistet werden könne. Es fanden sich aber dann doch einzelne mutige Arbeiter, die den Kampf weiter zu führen wagten und die Arbeit nicht einschlafen ließen. Der am tapfersten — trotz großer Widerstände — durchgehalten hat, war A. B e r b e r i c h im letzten Jahrzehnt des vorigen Jahrhunderts.

¹ G. Stracke: Die kleinen Planeten, Ergebn. d. exakt. Naturw., Berlin 1825.

Zur Zeit zweifelt wohl kein Forscher mehr an der Notwendigkeit der Planetenarbeit; man ist vielmehr überzeugt von ihrer Wichtigkeit und ihrem Nutzen für den Fortschritt der Wissenschaft.

Die realen Grundlagen der ganzen Arbeit bilden einerseits die unermüdliche Verfolgung und Beobachtung der Körper, andererseits die sich unmittelbar anschließende Bahn- und Ephemeridenrechnung und die Bahnverbesserung. Beobachter und Rechner müssen Hand in Hand arbeiten, um die Übersicht und die Kontrolle nicht sehr rasch zu verlieren. Das ist bei mehr als tausend buntbewegten Körpern, deren Bahnen in ständiger kleinerer oder größerer Änderung begriffen sind, wirklich keine kleine Aufgabe.

Glücklicherweise ist die rechnerische Arbeit mit Selbstverleugnung zum größten Teil von den Astronomen des Berliner Recheninstitutes bis heute durchgeführt worden, während sich andererseits immer interessierte oder aufopferungsfähige Beobachter gefunden haben, die Planeten rechtzeitig aufzufuchen, zu beobachten oder zu photographieren, zu verfolgen und zu messen.

Seit 1891 hat die Anwendung der Photographie für die Auffuchung der Planeten einen sehr großen Fortschritt gebracht. Die Auffuchung der noch nicht sicher genug berechneten, der stark abweichenden und unsicheren Planeten bei ihrer jeweiligen Wiederkehr in der Oppositionstellung ist eigentlich erst durch das große Feld und die Lichtkraft der photographischen Apparate möglich geworden. Allerdings hatte dieser Vorzug der photographischen Auffuchung auch zur unvermeidlichen Folge, daß gleichzeitig noch unbekannte Körper in größerer Anzahl mit aufgenommen und so entdeckt worden sind. Während die Arbeit einerseits vereinfacht und erleichtert wurde, wurde sie andererseits vervielfacht.

Es sind seit 1891, der Zeit der Einführung der Photographie, wohl 2000 neue Planeten gefunden worden, von denen allerdings ein beträchtlicher Bruchteil nicht genügend durch Beobachtungen gesichert werden konnte, also einstweilen verloren ist. Immerhin zählt man jetzt über 1150 Objekte mit ziemlich gesicherter Kenntnis ihrer Bahnen, während deren Zahl im Jahr 1891 nur etwa den vierten Teil davon betrug.

Erfreulicher Weise hat die Zahl der Mitarbeiter sich entsprechend vermehrt. Während man sie damals an den Fingern aufzählen konnte, haben 1929 sich 63 Beobachter und 34 Berechner an dem Werke beteiligt. Die Mitarbeiter sind über die ganze Erde verstreut; überall wird beobachtet und gerechnet.

Verschiedene große Institute wirken an der Berechnung und der Verbesserung der Bahnen und an der Störungsrechnung mit. Die laufende und zusammenfassende Arbeit wird zur Zeit, wie schon gesagt, größten Teiles im Berliner Recheninstitut geleistet. Es sorgt für die rasche Bahnberechnung der neugefundenen Körper und die sofortige Berechnung ihrer Ephemeriden, die dann wieder die sofortige Verfolgung gestatten. Es sammelt die neuen Beobachtungen. Es liefert aber auch den Beobachtern jedes Jahr zum Voraus die Ephemeriden von z. Zt. etwa 900 Planeten für die Periode ihrer jeweiligen Opposition, wo sie am hellsten und der Beobachtung zugänglich sind. Es verleiht auch mehrmals wöchentlich Zirkulare, in welchen die

neuesten Beobachtungsergebnisse und Ephemeriden verbreitet werden. So wird es den Beobachtern ermöglicht, die dringendsten Beobachtungen rechtzeitig auszuführen und dabei Doppelarbeit tunlichst zu vermeiden.

Von allen Planeten mit irgendwie unsicheren oder verdächtigen Bahnen und von besonders lichtschwachen Objekten erfolgt die Auffuchung und erste Beobachtung bei der Wiederkehr in der Opposition heutigen Tages immer durch die photographische Platte. Die Weiterbeobachtung oder die Beobachtung von Objekten mit sicheren Ephemeriden wird häufig durch die visuelle Auffuchung und Vermessung am Himmel geleistet. Denn der Zeit- und Arbeitsaufwand für die Erlangung einer photographischen Position ist vielfach größer, als der für die visuelle Messung am Fadenmikrometer des Beobachtungsfernrohrs, wobei noch sehr in Betracht zu ziehen ist, daß bei uns der Himmel meist nur kurze Zeit und vorübergehend aufklärt. Vorausgesetzt ist dabei, daß gute Karten oder Bilder der in Betracht kommenden Himmelstelle zur Verfügung stehen, durch deren Vergleichung mit dem Himmel das gesuchte Objekt gefunden werden kann. Es kann dieses dann mit dem Mikrometer des Fernrohres an einen Stern der Umgebung, dessen Koordinaten genau bekannt sind, angegeschlossen werden. Die Messung geht dann rasch vor sich und die Berechnung ist relativ schnell gemacht.

Sind keine guten Karten vorhanden, oder was jetzt immer häufiger vorkommt, sind die Objekte zu lichtschwach, dann hat die photographische Verfolgung einzutreten. Mit möglichst lichtstarkem Instrument, das aber kein großes Bildfeld zu besitzen braucht (Spiegel), wird die in Betracht kommende Gegend aufgenommen. Das erfordert meistens längere Belichtung, die nur zu häufig durch die Ungunst des Himmels unterbrochen oder verhindert zu werden pflegt. Die Ausmessung der gefundenen Bildspur auf der fertig gestellten Platte an einem der folgenden Tage mit einem Meßapparat in rechtwinkligen Koordinaten, gibt nach einer längeren Umrechnung die gesuchten Winkelkoordinaten des Planeten, welche der Bahnberechnung zu Grunde gelegt werden müssen.

Während die erste photographische Auffuchung mit den Weitwinkel-linien gleichzeitig den großen Reiz der Entdeckung neuer Planeten in sich schließt, die dann durch die öffentliche Anerkennung äußere Belohnung findet, erntet der visuelle Beobachter oder auch der Verfolger, ohne deren Hilfe kein Objekt gehalten werden könnte, kaum irgend welche Anerkennung, obwohl es umgekehrt sein sollte. Das ist komisch, aber es ist im mangelhaften menschlichen Charakter begründet.

Es gibt zwei Methoden, Planetoiden photographisch aufzufinden. Entweder das photographische Fernrohr wird den Fixsternen bei ihrer täglichen Bewegung nachgeführt; dann zieht der Planet eine Strichspur auf der Platte, weil er sich gegen die Sterne bewegt, während die Sterne sich als kleine, runde Scheibchen abbilden. — Oder das Fernrohr wird mit der errechneten Bewegung des Planeten geführt, dann ziehen alle Sterne kurze Striche auf der Platte, während das Bild des Planeten an einem Punkt der Platte bleibt und punktförmig wiedergegeben wird. In diesem Falle muß also das Instrument oder die photographische Platte um die differentielle Bewegung des Planeten gegen die Sterne stetig verschoben werden.

Auf den mit dem erstgenannten Verfahren aufgenommenen Platten findet man also den „Planeten“ als kurzen Strich zwischen den „punktförmigen“ Sternen der Platte; auf einer nach der zweiten Methode hergestellten Aufnahme findet man den Planeten dagegen punktförmig abgebildet zwischen den Strichen, die die Sterne gezogen haben. In diesem Falle erhält natürlich das Bild des Planeten mehr Licht und wird kräftiger, was bei den schwächeren Objekten wesentlich ist.

Die Auffindung bei der letzteren Art kann dadurch erleichtert werden, daß zwei Aufnahmen zeitlich nach einander gemacht und beide, wenn fertig gestellt, stereoskopisch verglichen werden. Das Planetenbildchen hebt sich da, im Stereoskop betrachtet, infolge der zwischen beiden Aufnahmen erfolgten Bewegung des Planeten, vor dem gemeinsam gesehenen Sterngrund räumlich ab. Es zeigt sich den Augen freischwebend vor dem Himmelsgrund; oft ein bezaubernd schöner Anblick.

Beide Verfahren haben ihre Vorzüge und ihre Nachteile. Die Aufnahmen der zweiten Art bilden eine Art von Verschwendung, indem durch die Verwandlung der Sternpunkte in Striche die Platte für die meisten andern wissenschaftlichen Zwecke unbrauchbar gemacht wird. Deshalb muß das Verfahren möglichst vermieden werden. Auch ist der Unterschied durch die größere Lichtstärke nicht so groß, als man glauben sollte, weil man die schwachen Strichspuren leichter auffindet als die Punkte. Wenn es sich aber um die größtmögliche Kraftleistung handelt, muß eben die Methode doch angewendet werden.

Die beiden Bildchen, die hier wiedergegeben werden, und die Aufnahmen der Planeten „Ratisbona“ und „Kepler“ darstellen, zeigen Proben der beiden beschriebenen Verfahren. Die beiden anderen Bilder (Abb. 3 und 4) sollen dann eine Vorstellung der beiden Instrumente geben, mit denen die Bilder gewonnen worden sind.

Der Planet (927) „Ratisbona“ [= 1920 GO] ist am 16. Februar 1920 entdeckt worden. Es waren mit zwei gekuppelten Kameras mit Linsen von je 16 cm Durchmesser und 80 cm Bildweite zwei gleichzeitige Aufnahmen einer Gegend im Sternbilde des Löwen gemacht worden. Die Gegend war aus zwei Gründen gewählt worden. Erstens wollte man den Planeten (446) Aeternitas, der nahe dieser Stelle des Himmels stehen sollte, und der seit vier Jahren nicht photographiert war, aufnehmen, — und zweitens sollten einige Fixsterne durch Vergleichung mit älteren Aufnahmen auf Eigenbewegung untersucht werden. Das Instrument war dabei den Fixsternen nachgeführt worden, sodaß alle Sterne sich als Scheibchen, die Planeten sich als kurze Striche darstellen mußten. Das Bild ist 7mal vergrößert, sodaß ein Grad einer Strecke von 97 mm entspricht. Es fand sich an der Stelle $\alpha = 10^{\text{h}} 4^{\text{m}}.8$, $\delta = 28^{\circ} 42'$ (1855.0) die schwache Strichspur eines unbekanntem Planeten, die auf der Abb. 1 durch einen eingemalten Pfeil leicht zu finden ist. Es war die Spur des Planeten, der später die Nummer (927) und den Namen „Ratisbona“ bekam.

Der Planet ist dann in der Folgezeit öfter in Heidelberg und Wien visuell beobachtet und gemessen worden, sodaß man die geeigneten genauen scheinbaren Orte erhielt, um seine Bahn zu berechnen. Die Rechnung ist

von Herrn Dr. Strehlow im Recheninstitut in Berlin-Dahlem durchgeführt worden und ergab für die Epoche 1920 Februar 18.0 Weltzeit im mittleren Äquinoktium und der Ekliptik von 1929,0:

Mittlere Anomalie für die Epoche	355°.4184,
Perihel vom Knoten	141°.1165,
Knotenlänge	9°.1158,
Neigung der Bahn gegen die Ekliptik	14°.6570,
Exzentrizitätswinkel	7°.1028,
mittlere tägliche Bewegung	619".106
halbe große Achse	3.20254,

also den mittleren Sonnenabstand zu etwa 479 Millionen km. Bemerkenswert ist die recht beträchtliche Neigung der Bahn von 14°.7, bei einer Exzentrizität von 0.12.

Die zweite Abbildung stellt den Planeten (1134) „Kepler“ [= 1929 SA] dar, einen, wie die später berechneten Bahnelemente zeigen, besonders interessanten Körper, dessen Ellipse die große Exzentrizität 0.47 besitzt (Mars 0.01, Merkur 0.21). Bei der Entdeckung befaß er die abnorme tägliche Bewegung von über 38 Bogenminuten in Deklination.

Die Aufnahme ist nach der zweiten Methode gemacht, wo die Fixsterne sich als Striche abbilden, während der Planet als Punkt erscheinen soll. Wie man sieht, ist aber das (leicht durch den aufgeschriebenen Pfeil auffindbare) Bild des Planeten doch ein — wenn auch sehr kurzes — Strichelchen, weil die Bewegung nicht genau getroffen war.

Die Platte, mit dem 71-cm-Spiegel aufgenommen, ist nicht gut. Sie ist zu dünn, und es stehen zu wenig Sterne an der Stelle des Himmels, sodaß sie nicht verdiente wiedergegeben zu werden, wenn der Planet „Kepler“ nicht darauf stünde. Das Bild ist etwa $4\frac{1}{2}$ mal vergrößert, sodaß ein Grad etwa 120 mm Länge entspricht; es rührt nicht von der Entdeckungsplatte her, weil diese noch schlechter war, sondern von der Aufnahme vom 4. November 1929, welche mit 48 Minuten Belichtung bei sehr dunstigem Himmel gemacht werden mußte.

Es war damals viel Zeit darauf verwendet worden, den recht unfixeren älteren Planeten (1053) [= 1925 WA] wieder aufzufinden, um seine Bahn durch Beobachtungen zu sichern; zuerst am 8. September 1929. Da der Planet damals nicht in der Nähe des vorausgerechneten Ortes stand, wurde an den nächsten klaren Abenden in dessen Umgebung photographiert. Dabei fand sich am 25. September 1929 die Spur des neuen Planeten. Er wurde vorläufig als [1929 SA] bezeichnet und hat später die Nummer (1134) und in Regensburg den Namen „Kepler“ erhalten.

Nach der Berechnung von Dr. K a h r f e d t im Berliner Recheninstitut lauten seine Bahnelemente für die Epoche 1929 Oktober 19.0 Weltzeit für das mittlere Aequinoktium und die Ekliptik von 1920.0:

Mittlere Anomalie für die Epoche	12°. 6999,
Perihel vom Knoten	329°. 1008,
Knotenlänge	7°. 0446,
Neigung der Bahn gegen die Ekliptik	14°. 8994,
Exzentrizitätswinkel	27°. 8121,
mittlere tägliche Bewegung	806". 687,
halbe große Achse	2 . 68453,

also, wie schon gefagt, mit der sehr großen Exzentrizität von etwa 0.47 und bedeutender Bahnneigung. Die mittlere Sonnenentfernung beträgt rund 400 Millionen km, sodaß der Planet sich der Sonne bis auf etwa 214 Millionen km nähern, sich aber andererseits bis auf etwa 589 Millionen Kilometer von ihr entfernen kann.

Der Planet war bei seiner Entdeckung nicht hell, aber immerhin keiner von den schwächsten. Er wurde auf der Entdeckungsplatte als 13.5 Größe geschätzt. Infolge seiner auffällig großen täglichen Bewegung wurde ihm gleich größere Aufmerksamkeit geschenkt. Er wurde in den folgenden Wochen seiner damaligen Opposition photographisch in Heidelberg und Hamburg weiter verfolgt. Es wurden durch Ausmessung der Platten die nötigen genauen scheinbaren Orter gewonnen, sodaß die Elemente seiner Bahn berechnet werden konnten.

Das Fernrohr, mit dem die Entdeckungsaufnahme der „Ratisbona“ gemacht wurde (f. Abb. 3), ist wie alle größeren astronomischen Instrumente parallaktisch aufgestellt, d. h. seine Hauptdrehachse (auf dem Bild hinter der Säule verborgen) liegt parallel der Erdachse, sodaß, wenn dieselbe durch ein richtig reguliertes Triebwerk gedreht wird, das Fernrohr den Sternen bei ihrer täglichen Umdrehung folgt. Man sieht das Triebwerk vorn vor der Säule. Leider gelingt es nicht, diese automatische Nachführung fehlerlos auszuführen; vielmehr ist die Sorgfalt eines Beobachters erforderlich, die Bewegung genügend genau zu machen. Das lange Fernrohr trägt im Augenglas ein Spinnfäden-Kreuz. Man stellt es vor Beginn einer Aufnahme genau auf einen Fixstern der aufzunehmenden Gegend. Läuft das Werk richtig den Sternen nach, dann folgt das Fadenkreuz stets genau dem Stern. Tatsächlich kommen aber fortgesetzt Unregelmäßigkeiten und Störungen vor; das Fadenkreuz weicht vom Stern ab. Der Beobachter hat diese Abweichungen durch dafür vorhandene Feinbewegungsvorrichtungen zu beseitigen.

Nur so werden die Bilder der Fixsterne sich schließlich (die abgebildete Aufnahme ist 2 Stunden 48 Minuten belichtet) als runde, scharfe Scheiben darstellen. Das Bild eines Planetoiden aber wird als kurzer Strich auf der Platte erscheinen, weil dieser Himmelskörper sich während der Zeit der Aufnahme vor den Fixsternen weiterbewegt hat. So ist es auf dem Bild 1 zu sehen.

Das lange Rohr des abgebildeten Instrumentes ist also das Leitrohr; die beiden kurzen, dicken Rohre, die oben und unten auf das lange Rohr befestigt sind, sind die photographischen Rohre. Man hat hier zwei solcher, und man macht gewöhnlich gleichzeitig zwei Aufnahmen derselben Gegend, um die zahllosen kleinen Plattenfehler zu erkennen. Ohne die zweite Aufnahme kann man meist überhaupt nichts Sicheres über ein Objekt ausfragen. Bei ganz schwachen Objekten kommt manchmal ein Dutzend gefälschter Planeten auf einen reellen.

Das Leitrohr dieses Instrumentes, eines relativ sehr kleinen Instrumentes, hat eine Bildweite von etwa 262 cm, während die beiden kurzen, photographischen Rohre nur je etwa 80 cm Bildweite, bei 16 cm Linfendurchmesser, besitzen. Zur Auffuchung der Planetoiden braucht man nämlich Linsen von kurzer Brennweite bei möglichst großer Öffnung, um einesteils die Planetenspuren recht lichtstark auf die Platte zu bekommen, und um andererseits ein möglichst großes Stück des Himmels auf einmal aufnehmen zu können.

Das hier abgebildete Fernrohr, das jetzt kaum noch für Planetenphotographie verwendet wird, weil es für die gegenwärtigen Bedürfnisse zu klein ist, hat historisches Interesse. Mit ihm sind 1890 zum ersten Male Planetoiden photographiert worden. Damals fielen Hunderte von neuen und unsicheren Planeten in seinen Wirkungsbereich; heute findet es keine Arbeit mehr. Man braucht jetzt viel mächtigere Apparate.

Man gewahrt am Augende des Leitrohres eine Schraubeneinrichtung zum seitlichen Verschieben des Okulares. Sie gestattet mit dem Instrument auch nach der andern Methode nach Planeten zu suchen. Wie schon gesagt, verstellt dabei der Beobachter diese Schrauben, und damit Okular und Fadenkreuz, von Minute zu Minute um vorher berechnete Beträge. Dabei wird jedesmal das Fadenkreuz eine Spur vom Leitstern entfernt. Sofort schiebt der Beobachter das Rohr soweit durch die Feinbewegungen nach, daß das Fadenkreuz wieder genau auf den Leitstern zu stehen kommt. So folgt das Rohr der berechneten Bewegung des gesuchten Planeten, ohne daß man ihn sieht oder nur weiß, wo er steht. Ist die Bewegung richtig getroffen gewesen, dann wird sich das Bild des Planeten irgendwo auf der Platte als kleines, rundes Scheibchen vorfinden, während alle Fixsterne kurze Striche auf der Platte gezogen haben, entsprechend der Eigenbewegung des Planeten.

Das letzte Bild (Abb. 4) gibt das Spiegelteleskop der Königstuhl-Sternwarte wieder, das zur Verfolgung und Auffuchung der schwächeren Planeten verwendet wird. Es ist viel größer als das eben beschriebene Instrument. Solche Spiegelfernrohre, die zum Sammeln des Lichtes einen größeren, parabolischen Hohlspiegel aus Glas besitzen, der an seiner Oberfläche versilbert ist, sind zwar sehr lichtstark, haben aber nur ein sehr enges brauchbares Bildfeld. Man muß daher den Ort des gesuchten Planeten schon ungefähr kennen, um es mit Nutzen verwenden zu können. Unser Spiegel — er sitzt im unteren Ende des dicken Rohres — hat einen benutzbaren Spiegeldurchmesser von 71 cm, bei 280 cm Bildweite. Mittelfst eines im oberen Ende des Rohres sitzenden kleinen, ebenen, schräg gestellten

Spiegels wird das vom großen Spiegel gefammelte Licht seitlich aus dem großen Rohr hinausgepiegelt. Dort neben dem oberen Rohrende wird auch die photographische Kassette angefetzt. Es ist die bekannte Konftruktion des Newton'schen Teleskopes. Bei der Aufnahme der Abbildung befand sich aber, wie man auf dem Bilde sieht, zufällig ein Spektralapparat links oben am dicken Rohr, an der Stelle, wo sonst die Kassette zu fitzen pfl egt.

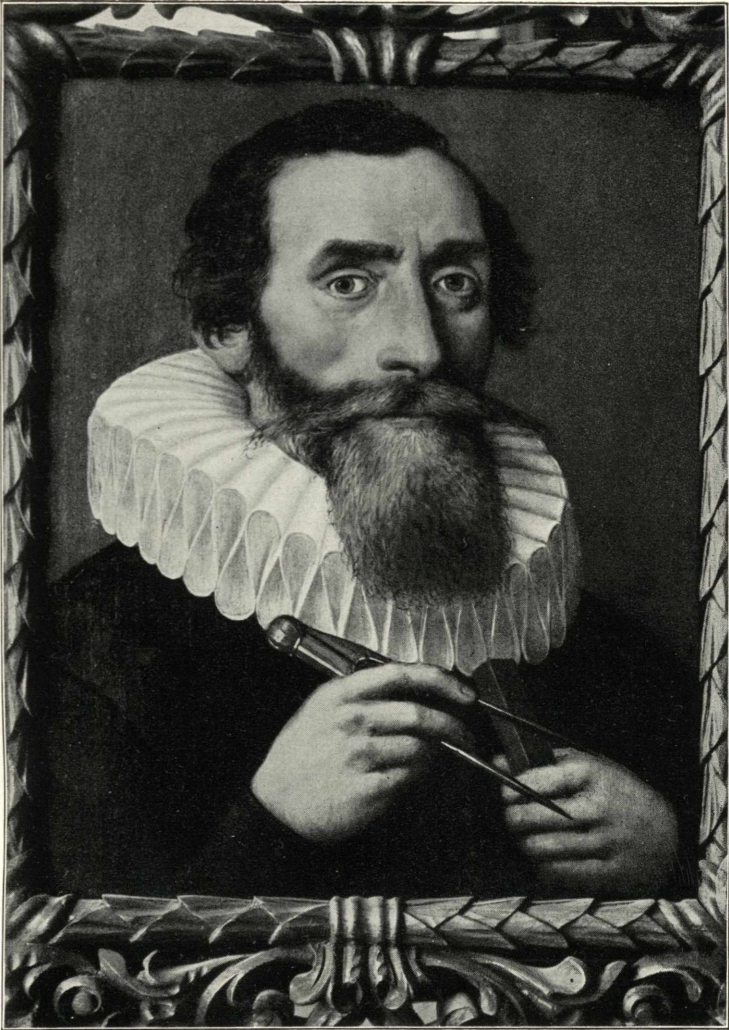
Auch hier ist das gedrungene photographische Rohr fest verbunden mit einem langen, dünneren Leitrohr. Das ganze Instrument, äquatorial (= parallaktisch) aufgestellt, wird durch ein kräftiges Triebwerk, das man teilweise unter dem Beobachtungsboden gewahrt, der scheinbaren Bewegung der Sterne nachdreht. Der Beobachter kontrolliert den Gang, gerade wie beim kleineren, obenbeschriebenen Instrument, durch aufmerklames Überwachen eines in das Fadenkreuz genommenen Sternes der aufzunehmenden Gegend. Das Okularende des Leitrohres trägt auch hier Mikrometerfchrauben, durch deren rhythmisches, vorausberechnetes Verstellen das Führen mit Planetenbewegung ermöglicht wird, in der Weise, wie wir es oben kennengelernt haben. Es wird der Planet punktförmig, die Sterne dagegen als Striche auf die photographische Schicht eingegraben.

Und so wurde die abgebildete Aufnahme des Planeten (11134) „Kepler“ ausgeführt.

Da hier keine zwei gekuppelten Spiegelteleskope verfügbar sind, um immer gleichzeitig Kontrollaufnahmen zu erzeugen, ist es nötig, jedesmal die in Betracht kommende Stelle zweimal zeitlich nach einander aufzunehmen, um sich von den Plattenfehlern, welche Planetenspuren vortäufchen, frei zu machen. Dadurch wird leider sehr viel Zeit und Kraft verschwendet, wenn nicht gar der mißgünstige Himmel inzwischen seinen Schleier vorzieht.

Die abgebildete Platte gibt also nur eines der beiden Bilder wieder, die zur Auffindung und Bestätigung des Planeten erforderlich waren. Der Planet wurde mit Hilfe beider Platten gefunden, und zwar wie oben beschrieben, nach Einsetzen der beiden Platten in ein Stereoskop.

Heidelberg, Königstuhl-Sternwarte, im Dezember 1930.



Tafel XXIII.

Angebliches Bildnis Keplers vom Jahre 1610.

Diese Kopie (nach einem verschollenen Original) gehört dem
Benediktinerstift Kremsmünster.



Tafel XXIV.

Michael Mästlin, Keplers Lehrer und Freund.
1619.

Nach einem Gemälde im Besitze der Universität Tübingen.

DIE KEPLER-BILDNISSE

VON PROF. DR. E. ZINNER,
DIREKTOR DER REMEIS-STERNWARTE, BAMBERG.

Von Gelehrten des 16. und 17. Jahrhunderts pflegen sich nur dann Originalbildnisse erhalten zu haben, wenn diese Gelehrten einer noch jetzt bestehenden Körperschaft, wie Universitäten, Akademien, Kirchenämtern angehörten, welche die Erinnerung an ihre Mitglieder hochhielten, sie noch bei ihren Lebzeiten malen ließen und diese Gemälde aufbewahrten. Dagegen ist das Los der Gemälde anderer Gelehrten viel unsicherer. Gewiß bewirkte ihr Ruhm, daß nach den vorhandenen Gemälden Kupferstiche oder Holzschnitte hergestellt und dadurch Vorlagen für die damals entstehenden Sammelwerke von Porträts geschaffen wurden; aber häufig genug ereignete es sich im Laufe der Jahrhunderte, daß die Gemälde selbst in Vergessenheit gerieten oder verschwanden, während die mehr oder weniger geglückten Stiche einzig und allein das Andenken an die körperliche Erscheinung des Gelehrten überlieferten und dann im 19. Jahrhundert als Vorlagen zu Denkmälern oder Gedenkmünzen dienten. Dieser Fall trifft auch für die Keplerbildnisse zu. Wenn im Folgenden versucht wird, über den Bestand und Zusammenhang der Kepler-Bildnisse Rechenschaft zu geben, so muß auf die großen Schwierigkeiten bei dem Nachweise der Kepler-Bildnisse hingewiesen werden. Diese Schwierigkeiten liegen hauptsächlich darin, daß in unserer Zeit, wo die Erstausgaben der Werke von Gelehrten phantastische Preise erzielen, das Interesse für ihr Bild so gering ist, daß selbst staatliche Anstalten, mit großen Hilfsmitteln, sich in ihren Sammlungen von Gelehrten-Bildnissen mit minderwertigen Bildern begnügen. Umso notwendiger erschien deshalb ein Versuch, alle überkommenen Kepler-Bildnisse zu suchen und zu sichten. Dabei habe ich mich der freundlichen Unterstützung der Herren Prof. Dr. E. Anding, Prof. Dr. J. Baufchinger, Chr. Brandt, Direktor des Thomas-Stiftes zu Straßburg, Prof. Dr. L. Justi, Prof. Dr. Iwanoff, Prof. Dr. H. Ludendorff, Prof. Dr. R. Rankl, P. Thiemo Schwarz, Prof. Dr. K. Stöckl zu erfreuen gehabt, wofür ich auch an dieser Stelle meinen herzlichen Dank auspreche. Besonderer Dank gebührt auch der Firma C. Zeiß und besonders den Herren Prof. Dr. Straubel und Prof. Dr. M. von Rohr in Jena dafür, daß die Firma für die beigelegten Bilder die Kosten der Herstellung der Bildstöcke und der Vervielfältigung übernahm.

I. Das älteste Kepler-Bildnis gehört der Sternwarte in Pulkowo. Bekanntlich besitzt diese Sternwarte die meisten Bände der Kepler-Handschriften, die bereits im 18. Jahrhundert von der Akademie der Wissenschaften zu Petersburg angekauft und später der Pulkowoeer Sternwarte überwiesen wurden. Zu diesen Handschriften erwarb die Sternwarte von den Geschwistern Schnieber in Lauban neben anderen Keplerandenken drei Gemälde, welche die im Jahre 1868 von C. Gruner veröffentlichte Lebensbeschreibung Keplers als noch im Besitze dieser Nachkommen von Keplers Tochter Sufanna befindlich angibt. Es sind drei Ölgemälde auf Kupfer in Medaillenform. Zwei von ihnen, in der Größe 46 : 60 mm stellen Kepler und seine erste Frau Barbara Müller dar; offenbar sind sie zur selben Zeit und vom selben Maler hergestellt und sollen noch Keplers Grazer Zeit angehören. Sie würden also in der Zeit vom 9. Februar 1597, dem Tage des Eheverlöbnisses, bis Anfang des Jahres 1600, wo Kepler nach Böhmen zu Tycho Brahe reiste, entstanden sein. Kepler erscheint auf diesem Gemälde noch recht jugendlich, was durch das Fehlen des Bartes betont wird. Von diesen Gemälden Keplers und seiner Frau gibt die Tafel XVIII Abbildungen. Bereits früher hatte die Photographische Anstalt Brandes in Stuttgart kleine Photographien von diesen Gemälden hergestellt, von denen ein Paar dem Historischen Verein in Regensburg gehört. Von alter Hand war auf diese Photographien geschrieben: „M. Jo. Kepler“ und „Keplers erste Frau Barbara v. Mühlegg in ihrem Brautstande (1597)“. Das dritte der kleinen Ölgemälde in Pulkowo stellt J. Bartsch dar, der Keplers Tochter Sufanna geheiratet hatte. Seine größten Durchmesser sind 78 und 97 mm. Wie die Abbildung beweist, ist es von anderer Hand als die beiden anderen Bilder gemalt (Tafel XIX).

II. Das nächälteste Bild Keplers, seiner Inschrift nach, ist ein dem Benediktinerstift Kremsmünster gehöriges Ölgemälde von 37×50 cm Größe. Augustin Reslhuber kaufte es im Jahre 1864 für 200 Gulden vom Notar Gruner zu Weilderstadt. Es war früher Eigentum einer mittellosen Familie in Württemberg, die von Keplers Verwandten angeblich abstammt. Auf der Vorderseite zeigt das Gemälde einen Gelehrten mit einem Zirkel in der rechten Hand und mit der Inschrift oberhalb der linken Stirnseite „Aetatis Suae 39. 1610“. Auf der Rückseite befindet sich eine spätere Inschrift über Zeit und Ort von Keplers Geburt und Tod. Die Akademie der Wissenschaften zu Wien wollte dieses Gemälde veröffentlichen und wandte sich deshalb am 26. November 1926 mit folgendem Schreiben an die Stiftsverwaltung:

„Durch das technische Museum für Industrie und Gewerbe in Wien wurde die Akademie der Wissenschaften darauf aufmerksam gemacht, daß sich in dem Stifte Kremsmünster ein Ölgemälde befindet, das den Astronomen, Mathematiker und Physiker Johannes Kepler darstellen soll. Bei der überragenden Bedeutung, die Kepler in der Geschichte der Wissenschaften in Oesterreich zukommt, und bei dem Umfande, daß dieses Bild im Falle seiner Echtheit vermutlich das einzige erhaltene zeitgenössische Bild des großen Gelehrten darstellen dürfte, würde die Akademie der Wissenschaften eine durch Fachmänner vorzunehmende Überprüfung des Bildes und im Falle seiner Echtheit eine Reproduktion in den Schrif-

ten der Akademie für sehr wünschenswert halten. Die Akademie der Wissenschaften bittet daher, ihrem wirklichen Mitglied Hofrat Dr. Wilhelm W i r t i n g e r, öö. Professor der Mathematik in Wien, in Gemeinschaft mit Herrn Professor Seraphin M a u r e r, Kustos und Restaurator an der Galerie der Akademie der bildenden Künste, eine Überprüfung des Gemäldes an Ort und Stelle freundlichst gestatten zu wollen und zugleich Ihre Zustimmung zu einer eventuellen Reproduktion des Bildes in den Schriften der Akademie zu erteilen.“

Am 11. Dezember kamen die beiden Herren zur Untersuchung des Gemäldes nach Kremsmünster. Am 14. Dezember legte Professor Seraphin Maurer über die Besichtigung des Gemäldes folgenden Bericht vor:

„Die Untersuchung des Bildes hat ergeben, daß dasselbe eine Kopie ist, was ich durch nachfolgende Erklärungen bekräftigen möchte. Der Totaleindruck des Bildes ist ein guter, das heißt einem Bilde aus dem 17. Jahrhundert entsprechend. Jedoch bei näherer Betrachtung zeigt die technische Behandlung (Pinfelführung), daß der Maler kein Verständnis für die in der Natur vorhandene Formenbildung hatte, sondern nur mechanisch fremdes nachbilden konnte, was dem Fachmann klar ersichtlich ist. Ferner ist das Farbmateriale noch nicht in die glasureartige Erscheinung übergetreten, was bei Bildern aus dieser Zeit immer der Fall ist. Die Alterserscheinungen wie z. B. Krakelüren sind auch keine ersichtlich, so daß ich annehme, daß das Bild ungefähr um 1800 (etwas früher oder später) entstanden sein dürfte. Die verwendete Tafel aus Eichenholz hat ebenfalls eine Zurichtung, welche nicht der gebräuchlichen Art aus der Zeit um 1600 entspricht. Es sind dies die Hauptmomente, welche mich bestimmen, das Bild als Kopie anzusprechen.“

Infolge dieses fachmännischen Gutachtens hat die Akademie der Wissenschaften in Wien eine Reproduktion des Bildes unterlassen.

Demgemäß handelt es sich um eine um 1800 entstandene Kopie des Gemäldes eines Gelehrten. Ob dieses Gemälde Kepler darstellt, läßt sich an und für sich noch nicht behaupten. Allerdings würde die vorderseitige Inschrift, die ihrer Form nach den Inschriften des 17. Jahrhunderts gleicht, auf Kepler, der im Jahre 1571 geboren ist, hinweisen, aber der Einwand wäre nicht von der Hand zu weisen, daß erst das um 1800 neu sich belebende Interesse für Kepler — man denke an das damals entstehende Keplerdenkmal in Regensburg — den Kopisten die auf Kepler bezügliche Inschrift entwerfen und aufmalen ließ. Gegen die Annahme, daß der dargestellte Gelehrte Kepler sei, sprechen folgende Gründe:

Falls diese Kopie nicht allzusehr vom verlorenen Original abwich, entspricht der Dargestellte nicht einem Manne von 39 Jahren und steht zudem im Widerspruch zu dem Gemälde der Grazer Zeit und dem Straßburger Gemälde, das im Jahre 1620 oder vorher entstanden ist. Zudem widerspricht die ausgesprochene Professorentracht des Kremsmünsterer Gemäldes offenbar Keplers Geschmack, der, wie das Straßburger Gemälde lehrt, als Kaiserlicher Mathematiker und Edelmann mehr eine höfische Tracht bevorzugte. Auch die breite Form der rechten Hand paßt nicht zu

der Darstellung auf dem Straßburger Gemälde; ebenso ist der Vollbart auffällig, da Kepler früher keinen Bart und später, 1620 und 1627, einen Schnurrbart und Kinnbart trug. Dagegen gibt es gewisse Ähnlichkeiten zwischen diesem Kremsmünsterer Gemälde und dem Mästlin-Gemälde der Tübinger Universität (Tafel XXIV). Mästlin trägt auf diesem Gemälde vom Jahre 1619 einen gefälteten Mühlsteinkragen auf dem Gewande und hält in der rechten, sehr fleischigen Hand einen Zirkel*); daselbe ist der Fall bei dem Gelehrten auf dem Kremsmünsterer Gemälde. Dazu kommt, daß Mästlin einen Vollbart trägt. Alle diese Umstände können dafür sprechen, daß der auf dem Kremsmünsterer Gemälde dargestellte Gelehrte eher Mästlin als Kepler sein kann. Es wäre auch nicht unwahrscheinlich, daß sich von Michael Mästlin, der von 1584 bis 1631 Professor der Astronomie an der Universität Tübingen war, in Württemberg noch mehrere Gemälde befanden und eines davon, wegen des größeren Interesses für Kepler, auf diesen Gelehrten bezogen worden ist. Solange das Originalgemälde zu dem Kremsmünsterer Gemälde nicht bekannt ist, wird man solche Annahmen nicht von der Hand weisen können.


Von diesem in Kremsmünster aufbewahrten Gemälde befindet sich eine Wiedergabe in dem von Ludwig Günther herausgegebenen *Keplers Traum vom Mond*, Leipzig 1908. Da diese Wiedergabe nicht sehr getreu ist, so wurde die beiliegende Abbildung gemäß einer vom Kremsmünsterer Stift zur Verfügung gestellten Photographie hergestellt (Tafel XXIII).

III. Das bekannteste und am meisten abgebildete Gemälde Keplers ist das Straßburger Gemälde. Kepler hatte dieses Ölgemälde am 25. September 1620 durch Gringalletus an seinen Freund M. Bernegger in Straßburg geschickt; Gringalletus kam dort am 8. Oktober an und übergab das Gemälde Bernegger, der durch einen Kupferstecher einen Stich darnach herstellen ließ (Joannis Kepleri astronomi opera omnia, ed. D. Ch. Frisch, Vol. VIII S. 874—876, 878). Dieser Stich, den Bernegger bereits Anfang 1621 an Kepler und seine Freunde verschickte, erweckte wenig Freude. Lans und W. Schickard fanden den Stich wenig getreu. Schickard besonders konnte um diese Zeit den Stich mit Kepler selbst vergleichen und äußerte die Meinung, daß der Stich wenig der Wirklichkeit entspreche und zwar durch Schuld des Stechers, auf den auch Lans in einem Gedichte die Schuld schiebt. Kepler selbst erklärte in seinem Brief an Bernegger vom 15. Februar 1621, daß er sich wegen der Not der Zeit und wegen seines eigenen Ungemaches über den Stich jetzt nicht äußern wolle, schrieb aber am 6. April 1627, als Bernegger ihm mitgeteilt hatte, daß er das Gemälde der Bibliothek der Universität geschenkt habe, er würde es lieber sehen, wenn dieses Bild von diesem öffentlichen Ort verschwände, zumal es ihm wenig gleiche. Offenbar hat Kepler dabei, wie auch Frisch annahm, das Ölgemälde selbst nicht mehr im Gedächtnis gehabt, sondern sich des so schlecht ausgefallenen Stiches erinnert; denn Kepler würde wohl kaum ein so wenig getreues Bild an Bernegger geschickt und dieser es in der Bibliothek aufgehängt haben.

*) Ähnlich auf dem Holzschnitt von 1578.

Das Gemälde erhielt von Bernegger die Inschrift: „Joannis Keppleri Mathematici Caesarei hanc imaginem Argentorateni Bibliothecae Consecr. Matthias Berneccerus Kal. Jan. anno Chr. MDCXXVII“; es wurde in der Aula der Universität aufbewahrt und befindet sich jetzt im St. Thomas-Stift der Universität. Es ist also nicht, wie Wolf in seiner Geschichte der Astronomie angibt, bei der Belagerung von Straßburg vernichtet worden.

Zahlreich sind die Abbildungen, die nach diesem Straßburger Gemälde hergestellt worden sind. Es lassen sich folgende Abbildungen nachweisen:

1. Der auf Veranlassung des M. Bernegger hergestellte Kupferstich (11×13 cm groß), der gemäß der Marke Argentina  von Jacob von Heyden angefertigt worden ist und ein ovales Spruchband mit der Inschrift „Joannes Keplerus S. Caes. Maiest. et Ordd. Sup. Austriae Mathematicus etc.“ aufweist, fand, wie bereits erwähnt, wenig Gegenliebe. Seine Herstellung fällt auf Ende 1620 oder Anfang 1621. Dieser Stich, der nur ein Brustbild im Gegensatz zum Gemälde darstellt, macht aus dem vornehmen und geistvollen Gelehrten Kepler einen harten Krieger, wohl entsprechend dem Geschmack der damaligen Zeit, des dreißigjährigen Krieges. Auch in Einzelheiten finden sich Unterschiede, so in der Haarform und in der Behandlung des Spitzenkragens, dessen linker Teil auf dem Gemälde 3+1+4 Zacken, dagegen auf dem Stich 3+1+6 Zacken aufweist. Der Wams, der auf dem Gemälde kaum mehr erkenntlich ist, war gemäß dem Stiche eng anliegend mit einer Knopfreihe in der Mitte und Wülsten an den Armanfätzen. Der Stich (Staatl. Bibl. zu Bamberg Nr. 2933) wurde im 19. Jahrhundert vervielfältigt durch einen Steindruck, davon ein Stück beim Histor. Verein Regensburg sich befindet, und in einer Zeitschrift (Staatl. Bibl. zu Bamberg Nr. 2933a), sowie in dem Historischen Porträtwerk von W. v. Seidlitz.

2. Zeitlich am nächsten steht der Kupferstich in S. J. Boissardi Bibliotheca calcographica, 1669, Cont. II, Mm 4, der wohl von Heim gestochen worden ist. Bei ihm schaut Kepler nach rechts statt nach links; ferner stellt das Bild, das offenbar Heydens Stich zur Vorlage nahm, Kepler noch kriegerischer als der frühere Stich dar. Die Inschrift in dem ovalen Bande lautet: „Johannes Keplerus Astronomus, S. Caes. Maiest. et Ordd. Austriae Mathematicus.“ und die Unterschrift „Ecce Mathematicum Keplerum Caesaris olim Eximium, facies cuius in aere micat. mm 4“. Die Bildfläche faßt 10×14 cm.

3. Ein Kupferstich des XVII.—XVIII. Jahrhunderts, offenbar gemäß 1) hergestellt, auch mit der gleichen Inschrift; jedoch steht das ovale Bild auf einem Sockel, sodaß es in der Höhe 9.2×7.4 cm mißt (Staatl. Bibl. zu Bamberg Nr. 2934, Diepenbroick 1826a, Museum der Stadt Regensburg). Der Kupferstich selbst veränderte das Gesicht der Vorlage und auch den Kragen, indem nun die linke Seite 3+1+3 Zacken zeigt. Darnach wurde im 19. Jahrhundert ein Steindruck hergestellt.

4. Der Lebensbeschreibung Keplers von C. Gruner, E. Reitlinger und C. W. Neumann, Stuttgart 1868, ist ein Stahlstich von 8.2×10.5 cm Größe

beigegeben, bezeichnet mit „F. Wanderer del.“ und „T. Bauer sc. Nbg.“ Dieser Stich, der „Nach dem Original in Straßburg“ hergestellt ist, kommt diesem Gemälde nahe, indem der kriegerische und harte Ausdruck im Gesicht verschwunden ist. Er verleugnet eine gewisse Abhängigkeit vom Stiche 1 in der Form des Spitzenkragens nicht, stellt aber den Rockstoff und die Knopfreihe des Rockes ganz anders dar, vermutlich weil auf dem stark nachgedunkelten Gemälde davon nicht mehr viel zu erkennen war. Dieser Stich wurde übernommen in S. Günther, Kepler, Galilei. Berlin 1896 (A. Bettelheim, Geisteshelden. 22. Band) und in Friedrich Dannemann, Die Naturwissenschaften, II. Band, Leipzig 1921, S. 114. In beiden Fällen ist die Wiedergabe unbefriedigend.

5. Ch. Frisch ließ für seine Gesamtausgabe der Werke Keplers vor 1870 durch Carl Nördling eine Kopie des Ölgemäldes herstellen. Sie findet sich abgebildet im 8. Bande dieser Gesamtausgabe, ferner in R. S. Ball, Great Astronomers, London 1895, S. 103 und in A. Berry, A history of astronomy, London 1898, S. 182 und stellt Kepler als einen jungen Mann mit einer Haartolle und abgerundetem Vollbart dar. Gemäß dieser Kopie wurde ein Stahlstich, mit der Unterschrift „Jo. Kepler“ hergestellt, der den Spitzenkragen noch phantastischer ausgestaltet. Er wurde abgebildet in den Büchern: Ludwig Darmstädter, Naturforscher und Erfinder, Bielefeld und Leipzig 1926; H. A. Strauß und S. Strauß-Klöbe, Die Astrologie des Johannes Kepler, München 1926.

6. Vor dem Kriege fertigte die Porträtmalerin A. Boubay eine farbige Kopie des Gemäldes an. Diese Kopie, im Besitze des Herrn Prof. Dr. J. Baufschinger, diente als Vorlage für das Keplerbild in dem jetzt erschienenen Werk von W. v. Dyck und Caspar, Johannes Kepler in feinen Briefen, München und Berlin 1930.

7. Um dieselbe Zeit wurde das Originalgemälde nach Stuttgart geschickt, um dort für das Deutsche Museum in München kopiert zu werden. Die Kopie, die jetzt in dem Raum neben dem Ehrensaal hängt, ist sehr frei, zum Beispiel in der Behandlung des Gesichtes und der rechten Hand und bringt zudem noch Zutaten in Gestalt der linken Hand mit Zirkel, der Himmelskugel und ausgebreiteten Blättern, welche das Interesse des Beschauers von dem Kopf zu den auf dem Original nicht vorhandenen Nebensächlichkeiten abzuziehen geeignet sind. Diese willkürliche Kopie diente nun als Vorlage für die Abbildung in O. J. Bryk, Johann Kepler, Die Zusammenklänge der Welten, Jena 1918, und für die Porträtsammlung Corpus Imaginum der Photographischen Gesellschaft zu Berlin.

8. Angesichts der Unzulänglichkeit der vorhandenen Kopien des Straßburger Gemäldes schien es notwendig, dieser Festschrift eine möglichst getreue Abbildung beizugeben. Deshalb wurde durch Vermittelung des Herrn Direktors des Thomas-Stiftes eine gute Photographie des Gemäldes hergestellt und darnach der Bildstock angefertigt (Tafel XXV).

9. In früheren Jahren waren käuflich zu haben noch folgende Stiche: ein Stich von Bollinger; ein Stich in Brustbildform von 17 × 25 cm Plattengröße; ein Brustbild von E. M. von 9 × 14 cm Plattengröße.

IV. Kepler hat seinen 1627 erschienenen Rudolfschen Tafeln ein Titelbild beigegeben, das gemäß seinem Entwurfe ein Denkmal der Astronomie darstellen sollte (Tafel XIV). In einem zehneckigen Tempel, von dessen Decke eine große Tafel mit der Inschrift *Tabulae Rudolphinae astronomicae* herabhängt, sind die Sternforscher Hipparch, Ptolemäus, Copernicus und Brahe zu sehen. Über dem Tempel schwebt ein Dukaten speiender kaiserlicher Adler. Der Unterbau des Tempels ist mit Reliefs bekleidet. Das Relief ganz links zeigt unter einem Bücherbord mit Büchern mit der Aufschrift „Obf. Brah“ einen stehenden Mann, der mit der rechten Hand nach dem im folgenden Relief sitzenden Kepler weist. In diesem Relief, das durch eine Tafel mit der Inschrift „Myster. Cosm. Astr. P. Optica Com. Martis. Epi. Ast. Cop.“ den darunter sitzenden Mann als Kepler bezeichnet, ist Kepler sitzend an einem Tisch mit dem Modell dieses Tempels zu sehen. Soweit sich aus dem kleinen Bild entnehmen läßt, zeigt sein mit einer Mütze bedeckter Kopf einen breiten Kinnbart und starken Schnurrbart, aber keinen Backenbart. Dieser im Jahre 1627 von Georg Cöler in Nürnberg hergestellte Stich ist leider wenig geeignet, um das Straßburger Gemälde auf seine Treue prüfen zu können. Keplers Briefwechsel, soweit er von Frisch veröffentlicht ist, und auch Keplers Einleitung zu diesem Werke lassen nicht entnehmen, ob Keplers Bild von ihm selbst entworfen und ob er mit dem Kupferstich einverstanden war (Tafel XIV u. XV).

V. In den Jahren 1809 oder 1810 wurde in Regensburg ein Ölgemälde aufgefunden, das als Vorlage zu der Keplerbüste in der Walhalla diente. Die Auffindungsgeschichte teilte Dr. J. A. Pangkofer, Sekretär des Historischen Vereines zu Regensburg, in den Verhandlungen dieses Vereines, Band 6, Regensburg 1841, S. 156—164 und in wenig geänderter Form in der Denkschrift des Vereines „Johann Kepler, Kaiserlicher Mathematiker, Regensburg 1842“ mit. Demnach habe der Vergolder und Zimmermaler Schuster, als er im Hause des Hofrates Lacence ein Zimmer zu malen hatte, von dem Hofrate eine bemalte Holztafel zum Aufstellen seiner Farbtöpfe bekommen. Er nahm die Tafel nach Hause, wo sein Sohn mehrere Streifen davon abschnitt, um sie als Rückendeckel zu einem Kupferstiche zu verwenden. Dabei bekam der Bilderhändler und Restaurator Walzer die Tafel zu sehen, erkannte aus der Inschrift die Bedeutung der Tafel, erstand sie für wenig Geld von Schuster und verkaufte sie an den Kunstkennner Kränner, der sie restaurieren und mit einem goldenen Rahmen versehen ließ. Als Schuster von der Bedeutung des Bildes erfuhr, klagte er gegen Walzer auf Rückgabe des Bildes, ließ sich aber später durch eine Abfindung begütigen; als Kränner ihm das Bild unter Ersatz der Kauf-, Restaurations- und Rahmungskosten anbot, lehnte er das Angebot ab. Nach der übereinstimmenden Angabe der Walzer, Kränner und des jungen Schuster befand sich die Inschrift „Joann Këppler, geb. 1571“ bereits bei der Auffindung auf dem Gemälde. Das Ölgemälde wurde vom Kaufmann Kränner an den Historischen Verein geliehen und vermutlich später bei seinem Wegzuge von Regensburg an diesen Verein verkauft, in dessen Besitz es sich jetzt befindet. Der Architekt Bernhard Grueber machte eine Zeichnung davon und darnach einen Steindruck, der in der erwähnten Schrift von 1842 abgedruckt ist. Offenbar zeigt dieses Gemälde, das nach diesem

Steindruck öfters und auch bei der Keplerfeier 1930 reproduziert wurde, nicht Kepler oder einen Gelehrten des 17. Jahrhunderts (Tafel XXVI). Gemäß Unterfuchung von Dr. Buchheit bestätigt sich meine Vermutung. Das Gemälde stellt den Herzog Ludwig X. von Bayern-Landshut dar. Diese wichtige Feststellung dürfte meinen oben ausgesprochenen Verdacht, daß das Kremsmünsterer Gemälde nicht Kepler selbst darstellt, sondern in der Zeit romantischer Begeisterung auf ihn bezogen worden ist, bestärken.

Es bleibt noch übrig, über Keplerdenkmäler und Denkmünzen zu berichten. Von Denkmünzen gibt es anscheinend zwei Arten; eine Bronzemünze von 1823 im Berliner Münz-Kabinett und die im Jahre 1930 von Karl Goetz in München geschaffenen Denkmünzen von 36 und 60 mm Durchmesser, in Gold, Silber und Bronze. Den Goetzschen Münzen lagen ältere und wenig gute Stiche zugrunde.

Von Denkmälern mögen erwähnt werden: die großen Denkmäler in Regensburg und Weilderstadt und die Büste in der Walhalla. Das Regensburger Denkmal, worüber ein mit vier Steindrucken geschmücktes und jetzt schwer aufzutreibendes Buch „Monumentum Keplero dedicatum Ratisbonae die XXVII. Decembris anno MDCCCVIII“ erschien, wurde 1808 errichtet; im Innern steht eine Büste, welche Döll aus Gotha nach einer damals in Gotha befindlichen Vorlage anfertigte.*)

Die in der Walhalla 1842 aufgestellte Büste wurde durch Schöpf für 550 Gulden gemäß dem Bilde XXVI hergestellt. Diese Büste trat an die Stelle einer früher für 770 Gulden angekauften Büste, welche der Bildhauer Scheffauer in Stuttgart im Jahre 1808 gemäß einer von Regensburg zugefandten Büste angefertigt hatte. Da aber angenommen wurde, daß die Vorlage für diese Büste unecht sei, so wurde 1841 nach dem Bildnisse XXVI eine neue Büste bestellt. Die Annahme, daß die von Döll hergestellte Büste nach einer unechten Vorlage gefertigt sei, war merkwürdig, da Döll offenbar den Heydenschen Stich des Straßburger Gemäldes als Vorlage benützt hat. Allerdings kann die Büste nicht als gelungen bezeichnet werden; daselbe ist aber auch der Fall mit der Büste in der Walhalla. Etwas besser gelungen ist die Keplerfigur, zum mindesten der Kopf, beim Keplerdenkmal in Weil, das von A. Kreling entworfen ist.

Anscheinend sind uns also fünf Keplerbildnisse überliefert. Ob noch mehr vorhanden sind, läßt sich weder bejahen noch verneinen; denn die Nachfrage bei großen Gemäldefammlungen und Kupferstichkabinetten ergab nur das Vorhandensein von unbedeutenden Stichen. Immerhin wäre es möglich, daß noch auf einem Schloß oder in einer Sammlung sich unbekannte Keplerbildnisse befinden. Von den oben besprochenen fünf Bildnissen scheiden zwei aus, nämlich das Gemälde in Kremsmünster XXIII und das in Regensburg gefundene Gemälde XXVI. Gegen das Gemälde in Kremsmünster spricht der Umstand, daß es eine Kopie ist und Einzelheiten zeigt, die zu Kepler nicht passen. Das in Regensburg gefundene Gemälde

*) P. Placidus Heinrich, der Verfasser des Monumentum, meinte, daß diese Büste mit dem Keplerbildnisse Tafel XIV und XV genügend gut übereinstimme.



Tafel XXV.

Johannes Kepler.

Nach dem Ölgemälde von 1620 im Besitze des Thomas-Stiftes zu Straßburg.



Tafel XXVI a.

Angebliches Keplerbild.

Nach einer Photographie des Ölgemäldes, welches im Besitz des Historischen Vereins von Oberpfalz und Regensburg ist und welches nach früherer Annahme Kepler, nach neueren Forschungen jedoch Ludwig X. von Bayern-Landshut darstellt.



Nach dem Originale gem. u. lith. J. Grueber

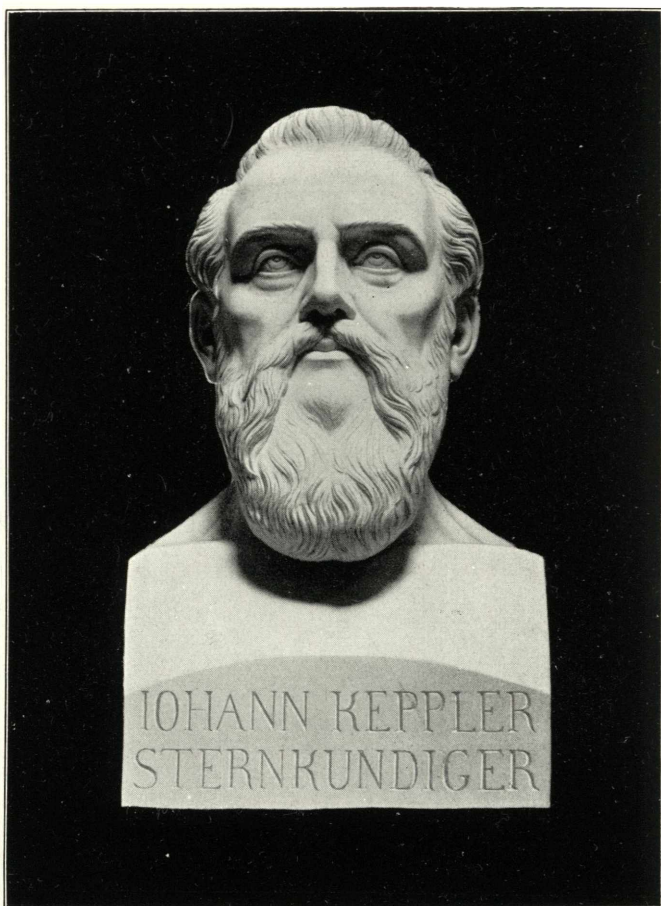
JOHANNES KEPLER

Eigentum des Historischen Vereins für Oberpfalz in Regensburg

Das Original ist aufgestellt in dessen Localitäten.

Tafel XXVI b.

Das Regensburger Gemälde XXVI a
nach der Wiedergabe des Architekten W. Grueber.



Tafel XXVII.

Kepler-Büste in der Walhalla von Schöpf.

Nach dem falschen Bildnis im Historischen Verein zu Regensburg.

(Vergleiche Tafel XXVI.)

stellt Ludwig X., Herzog von Bayern — Landshut, dar. Auch das Bildnis XIV und XV kann als Bildnis nicht mitzählen, da der an und für sich sehr kleine Stich seine Vorlage nicht erreicht haben wird. Somit bleiben nur die Gemälde in Pulkowo XVIII und in Straßburg XXV übrig. Was läßt sich aus ihnen über Keplers Erscheinung ausagen? Es ist bekannt, daß er klein, zierlich, schwächig und gelenkig (Frisch, Opera VIII. S. 875) und kurzichtig war. Das Straßburger Gemälde deutet auf eine zierliche Erscheinung hin. Aus dem Pulkowoer und aus dem Straßburger Gemälde läßt sich entnehmen, daß Kepler dunkles Haar und dunkle, lebhaftige Augen besaß und gemäß dem Pukowoer Gemälde wohl auch ein hervortretendes Kinn. Eine gewisse Ähnlichkeit der Augenbrauenpartie, der Nasenform, der Wangenlinie von der Nase zum Mund, des Haaranfatzes auf beiden Bildern ist offenbar. Was seine Kleidung anlangt, so scheint Kepler den eng anliegenden Rock mit einem Spitzenkragen, entgegen der damaligen Sitte der Gelehrten, bevorzugt zu haben. Da die beiden Gemälde offenbar nicht von hervorragenden Porträtisten herrühren, dürften sie nicht geeignet sein noch weitergehende Schlüsse über Keplers Aussehen zu gestatten.

VERZEICHNIS DER BILDER.

- Tafel XVIII. Johannes Kepler und seine erste Gattin Barbara, geb. Müller von Mühleck, aus der Zeit von 1597—1600. Nach den Miniaturen der Sternwarte Pulkowo.
- Tafel XIX. Jacob Bartsch, Schwiegerohn Keplers. Nach einer Miniatur der Sternwarte Pulkowo.
- Tafel XXIII. Angebliches Bildnis Keplers vom Jahre 1610. Diese Kopie (nach einem verschollenen Original) gehört dem Benediktinerstift Kremsmünster.
- Tafel XXIV. Michael Mästlin, Keplers Lehrer und Freund. Nach einem Gemälde von 1619 im Besitze der Universität Tübingen.
- Tafel XXV. Johannes Kepler. Nach dem Oelgemälde von 1620, im Besitze des Thomas-Stiftes zu Straßburg.
- Tafel XIV. Titelbild zu Keplers Rudolphinischen Tafeln vom Jahre 1627. Im Unterbau links Kepler in seinem Arbeitsraum. Kupferstich von Georg Cöler-Nürnberg.
- Tafel XV. Kepler in seinem Arbeitsraum. Auschnitt aus dem Titelbild der Rudolphinischen Tafeln. (Vergleiche Tafel XIV.)
- Tafel XXVI. Falsches Keplerbildnis. Eigentum des Historischen Vereins Regensburg. (Tatsächlich Ludwig X., Herzog in Bayern-Landshut.)
- Tafel XII. Kepler-Denkmal zu Regensburg. Errichtet 1808 nach einem Entwurf von Emanuel d'Herigoyen.
- Tafel I. Johannes Kepler. Büste im Denkmal zu Regensburg von Prof. Döll-Gotha 1808.
- Tafel XIII. Kepler-Büste von Döll und Relief von Dannecker im Denkmal zu Regensburg.
- Tafel XXVII. Kepler-Büste in der Walhalla von Schöpf. Nach dem falschen Bildnis im Historischen Verein zu Regensburg. (Vgl. Tafel XXVI.)
- Tafel XVII. Kepler-Denkmal zu Weilderstadt. Nach dem Entwurf von A. Kreling-Nürnberg.

RÜCKBLICK

AUF DIE VEREINSTÄTIGKEIT

IN DEN JAHREN 1928—1930.

Wie in früheren Jahren, so ist auch seit Herausgabe des letzten Berichtes vor allem das Vortragswesen gepflegt worden. Der Verein war in der glücklichen Lage, fast immer aus den Reihen seiner eigenen Mitglieder bewährte Kräfte für Vorträge aus allen Gebieten der Naturwissenschaft stellen zu können. Das den Mitgliedern im Herbst zugestellte Programm konnte mit wenigen Ausnahmen in jedem Jahr durchgeführt werden. Ein Übereinkommen mit der Geographischen Gesellschaft Regensburg stellte dieser das Vereinslokal jeden ersten Dienstag im Monat zur Verfügung. Da unsere Vorträge in der betreffenden Woche ausfielen, wurde damit eine Entlastung des hiesigen Vortragswesens erzielt, die nötig war mit Rücksicht auf die verhältnismäßig geringe Anzahl von Personen, die sich hier für wissenschaftliche Themen interessieren. Durch Ausflüge in die Umgebung der Stadt war den Mitgliedern Gelegenheit gegeben, den geologischen Aufbau des Regensburger Gebietes kennen zu lernen.

Die immer schwieriger werdende wirtschaftliche Lage Deutschlands mußte sich natürlich auch im Verein bemerkbar machen. So waren wir nicht in der Lage, für das Museum im Stadtpark nennenswerte Beträge aufzuwenden; es konnte sich nur darum handeln, das Vorhandene zu erhalten.

Ähnlich ging es mit der Bucherei. Der Austauschverkehr und unser reichhaltiger Lesezirkel wurde jedoch im Gang erhalten.

Das Ereignis des letzten Jahres war die Kepler-Erinnerungsfeier, die dem vorliegenden Bericht seinen Namen gibt. Von Herrn Hochschulprofessor Dr. Stöckl zu Beginn des Jahres 1929 im Naturwissenschaftlichen Verein angeregt, ist diese Feier, von allen Seiten unterstützt, zu einem Glanzpunkt in der Geschichte des Vereins geworden.

Der nächste Vereinsbericht, der als zweiten Teil der Kepler-Festschrift die Bibliographie der Kepler-Literatur enthalten soll, wird voraussichtlich noch in diesem Jahre erscheinen.

Schulz, Schriftführer.

VORTRÄGE
 GEHALTEN IM
 NATURWISSENSCHAFTLICHEN VEREIN
 REGENSBURG
 IN DEN JAHREN 1928—1930.

10. Jan. 28. Herr Universitätsprofessor Dr. Steinmetz-München: Die Entstehung der Erzlagerstätten.
17. Jan. 28. Herr Oberstudienrat Roser: Tieffeerforschungen.
24. Jan. 28. Herr Studienprofessor Dr. Hüller: Der mikroskopische und chemische Bau des Holzes.
31. Jan. 28. Herr Studienrat Kaufmann: Der Weltäther.
7. Febr. 28. Herr Baurat Ruoff: Moderner Verkehr in der Abhängigkeit von der Entwicklung der Kraftübertragung.
28. Febr. 28. Herr Oberposttrat Braher: Fernsprechen im Weitverkehr.
6. März 28. Herr Dr. Küffner: Psychotechnische Eignungsprüfungen.
13. März 28. Herr Regierungsbaumeister Brand: Elektrolokomotive und Verkehr.
20. März 28. Herr Dentist Nüßle: Fahrt nach Spitzbergen.
27. März 28. Herr Studienprofessor Dr. Priehäuser: Probleme der Erdölindustrie und der Kohlenverölung.
9. Okt. 28. Herr Studienprofessor Dr. Priehäuser: Naturwissenschaftliche Kenntnisse und Gesundheitspflege.
16. Okt. 28. Herr Stadtchemiker Rüb: Trinkwasser und Gesundheitspflege.
30. Okt. 28. Herr Studienprofessor Schulz und Herr Sanitätsrat Dr. Gerster: Das Wetter und seine feelischen Wirkungen.
13. Nov. 28. Herr Diplom-Landwirt Dr. Kleekam: Unkrautbekämpfung durch Kalifalze.
20. Nov. 28. Herr Dipl.-Ingenieur Dr. Scholz: Leder und Lederherstellung.
27. Nov. 28. Herr Zachner (Siemens-Reiniger-Veifa-Werke): Elektrizität in der Heilkunde.
18. Dez. 28. Herr Universitätsprofessor Dr. Steinmetz-München: Ergebnisse der Kristallforschung.
15. Jan. 29. Herr Studienprofessor Dr. Hüller: Die Zelle als Baustein des menschlichen Körpers.

22. Jan. 29. Herr Oberregierungsbaurat **Unterberger**: Die Hochwasserbauten bei Wörth an der Donau.
29. Jan. 29. Herr Geheimrat Dr. **Ammon**: Das Wasser in der Gesundheitspflege der Griechen.
5. Febr. 29. Herr Oberregierungsrat **Dihm**: Naturschutzfragen.
19. Febr. 29. Herr Baurat **Ruoff**: Neuzeitliche Beleuchtung.
26. Febr. 29. Herr Hochschulprofessor Dr. **Stöckl**: Influenzmaschinen.
12. März 29. Herr Dr. **Scheuchl**: Die Entwicklung der deutschen Pflanzenwelt im Laufe der geologischen Perioden.
8. Okt. 29. Herr Baudirektor Dr. **Ziegler**: Granite und granitische Gesteine des Bayerischen Waldes.
15. Okt. 29. Herr Diplom-Landwirt Dr. **Kleekam**: Ernährungsphysiologie der Pflanzen und moderne Technik.
22. Okt. 29. Herr Professor **Preiß-Nürnberg**: Vogelschutz, Vogelstimmen-Nachahmung.
29. Okt. 29. Herr Justizrat Dr. **Diepolder**: Bildtelegraphie, Fernsehen und Fernkinematographie.
12. Nov. 29. Herr Studienprofessor **Schulz**: Entstehung und Wesen der Astrologie.
19. Nov. 29. Herr Dr. **Küffner**: Zusammenhang zwischen Körperbau und Charakter.
10. Dez. 29. Herr Studienprofessor Dr. **Heimbucher**: Vererbung, Erziehung und Schule.
21. Jan. 30. Herr Studienprofessor Dr. **Hüller**: Sinnesorgane der Pflanzen.
28. Jan. 30. Herr Hochschulprofessor Dr. **Stöckl**: Reibungselektrizität.
11. Febr. 30. Herr Studienrat **Kaufmann**: Wald und Klima.
18. Febr. 30. Herr Studienprofessor **Eichhorn**: Flieger im Pflanzenreich.
18. März 30. Herr Baurat **Ruoff**: Moderne Wasserkraftanlagen. I.
25. März 30. Herr Oberingenieur **Karg**: Die Elektrizitätsversorgung der Oberpfalz.
8. April 30. Herr Studienprofessor Dr. **Priehäuser**: Die Geologie des Bodenwöhrer Beckens.
6. Mai 30. Herr Baurat **Ruoff**: Moderne Wasserkraftanlagen. II.
14. Okt. 30. Herr Studienprofessor Dr. **Priehäuser**: Grundprobleme der Geologie Europas.
21. Okt. 30. Herr Oberingenieur **Brenner** (Deutscher Benzolvertrieb): Moderne Kraftstoffe.
28. Okt. 30. Herr Sanitätsrat Dr. **Poppel**: Die Hygieneausstellung in Dresden.
11. Nov. 30. Herr Studienprofessor **Schulz**: Die Möglichkeit der künstlichen Beeinflussung des Wetters.
18. Nov. 30. Herr Baudirektor Dr. **Ziegler**: Die Passauer Graphitlagerstätten.
25. Nov. 30. Herr Stadtchemiker **Rüb**: Enzymforschung.
26. Dez. 30. Herr Studienprofessor Dr. **Hüller**: Gift- und Arzneipflanzen.

INHALTS-VERZEICHNIS.

Vorwort	5
Einleitung	7

DIE HULDIGUNGSFEIER IN REGENSBURG AM 24. UND 25. SEPTEMBER 1930:

Einladung	11
Haupt- und Ortsauschuß	12
Teilnehmerliste	13
Ordnung der Kepler-Gedächtnisfeier	18

Huldigung am Denkmal:

Keplers „Weltgeheimnis“ (Keplers Schlußgedicht aus seinem Erstlingswerke „Mysterium Cosmographicum“), vertont von Direktor Franz Kattum, gefungen von der Städt. Singhule	
Weiherede des Geheimen Rates Prof. Dr. Walther von Dyck	
Reigen der Zöglinge des Instituts der Englischen Fräulein	
Beethoven „Die Himmel rühmen des Ewigen Ehre“, vorgetragen vom Männerchor des Singvereins Regensburg	23
Kranzniederlegungen	23

Fest- und Begrüßungsabend im Großen Neuhausaal:

Prolog, gesprochen von W. Naaf (Keplers „Hymnus an den Schöpfer der Welt“ in der Übersetzung von Herder)	24
Rede von Prof. Dr. M. Caspar, Stuttgart: „Kepler als Mensch“	24
Uraufführung der Kepler-Hymne von Stifts-Dekan Peter Griesbacher, vorgetragen vom Damengefangverein und Regensburger Liederkranz	34
Rede von Oberstudienrat Dr. H. Nestler: „Kepler und Regensburg“	36
Rede von Prof. Dr. K. Stoeckl: „Kepler und die Naturwissenschaften“	41

Huldigungsfeier im Reichssaal:

Festrede von Universitätsprofessor Dr. J. Baußinger, Leipzig	46
Fest- und Gedenksprüche von Johannes Brahms, vorgetragen vom Regensburger Domchor	55

Festmahl im Ratskeller	56
------------------------	----

Festakt in der Walhalla:

Beethovens Gefang „Fahr wohl, du goldene Sonne“, vorgetragen vom Soloquartett des „Regensburger Liederkranzes“	57
„Aria“ von Johann Sebast. Bach, vorgetragen vom Kammerorchester des Neuen Gymnasiums	57
Huldigungsrede des Herrn Staatsministers Dr. F. Goldenberger	57
Kranzniederlegungen	63
Festgefang von Gluck, vorgetragen vom gemischten Chor der Schüler des Alten Gymnasiums und der Oberrealschule	63

Kepler-Ausstellung im Kunst- und Gewerbevereins- haufe:

Urkunden	64
Bücher	65
Dokumente über die Errichtung des Kepler-Denkmales in Regensburg	65
Bildliche Darstellungen	66

Mitgliederverfammlng des „Bundes der Stern- freunde“	68
---	----

WISSENSCHAFTLICHE ABHANDLUNGEN

I. KEPLER UND REGENSBURG

HISTORISCHE ABHANDLUNGEN

SCHMETZER, A.: Gedichtliches	71
HUBER, H.: Archivalisches und Bibliographisches	93
BOLL, W.: Die wichtigsten Kepler-Dokumente in Regensburg	101
SCHULZ, P.: Das Kepler-Denkmal in Regensburg	114
HUBER, H.: Ein Vorentwurf zum Regensburger Kepler-Denkmal	124
HUBER, H.: Das Grab der Stieftochter Kepler's in Walderbach i. d. Opf.	127

II. FACHWISSENSCHAFTLICHE ABHANDLUNGEN

ANDING, E.: Kepler's Wirken, erkenntnistheoretisch betrachtet	131
BÜGEHOLD, H.: Kepler's Gedanken über das Brechungsgesetz und ihre Einwirkung auf Snell und Descartes	150
ENGERT, J.: Kepler's Philosophie und Astrologie	168
HARTMANN, L.: Die optischen Arbeiten Kepler's	179
JASCHNOFF, P.: Kepler-Reliquien, welche in Pulkowo aufbewahrt werden	196
KORN, A.: Kepler-Bewegungen innerhalb der Atome und Moleküle	201
PLASSMANN, J.: Was kann uns die Polyeder-Theorie lehren?	205
VON ROHR, M.: Kepler und seine Erklärung des Schvorganges	210
VON ROHR, M.: Kepler's Behandlung des beidäugigen Sehens	218
SCHERER, W.: Johannes Kepler und der Dreikönigsstern	225
SCHICK, J.: Kepler's Briefe	231
STEINMETZ, H.: Bemerkungen zu: Johannes Kepler, <i>Strena seu de nive sexangula</i>	257
STÜCKL, K.: Der Magnetismus bei Kepler	264
WIELEITNER, H.: Über Kepler's „Neue Stereometrie der Fässer“	279
WILKENS, A.: Von Kepler zur modernen Theorie der planetaren Be- wegungen	314
WOLF, M.: Die Planeten „Kepler“ und „Ratisbona“	327
ZINNER, E.: Die Kepler-Bildnisse	337

★ ★

Rückblick auf die Vereinstätigkeit in den Jahren 1928—1930	347
Vorträge, gehalten im Naturwissenschaftlichen Verein Regensburg in den Jahren 1928—1930	348

VERZEICHNIS DER TAFELN.

- I: Johannes Kepler. Büste im Denkmal zu Regensburg. Von Prof. Döll, Gotha 1808. (Von oben beleuchtet, wie bei der Huldigungsfeier am 24. September 1930.)
- II: Reichsfaal. Westseite. Gedächtnisfeier am 25. September 1930.
- III: Reichsfaal. Ostseite. Gedächtnisfeier am 25. September 1930.
- IV: Taufurkunde von Kepler's Tochter Cordula.
Auszug aus dem Taufbuch der Neuen Pfarre zu Regensburg.
- V: Wohnhaus der Familie Kepler's in Regensburg vom 27. Nov. 1626 bis Mitte Juni 1628.
- VI: Johann Kepler's Sterbehaus in Regensburg.
- VII: Begräbnisurkunde Johann Kepler's.
Auszug aus dem Totenbuch der Neuen Pfarre zu Regensburg.
- VIII: Friedhof Weih. St. Peter in Regensburg, wo Johannes Kepler beerdigt wurde (nach dem Stich von Bahre 1630).
- IX: Begräbnisurkunde von Kepler's zweiter Frau Sufanna.
Auszug aus dem Totenbuch der Neuen Pfarre zu Regensburg.
- X: Wappen des Dr. phil. et med. Ludwig Kepler. Aus jenem Exemplar der Rudolphinischen Tafeln, welches Ludwig Kepler unterm 9. August 1634 der Stadt Regensburg widmete.
- XI: Nr. 1 Siegel Kepler's aus seinem Schreiben an die Stadt Regensburg, mit welchem er sein Werk „*Harmonice Mundi*“ der Stadt Regensburg widmete.
- Nr. 2 Siegel des Sohnes Dr. Ludwig Kepler aus der Verfdreibung nach dem Tode der Mutter aus dem Jahre 1638.
- Nr. 3 bis 6 Siegel aus der Schadlosverfdreibung der Erben Kepler's — Frau Sufanna Kepler und Schwiegerfohn Dr. Jakob Bartfch — und der Zeugen (aus dem Jahre 1631).

- XII: Kepler-Denkmal zu Regensburg nach dem Entwurfe von d'Herigoyen 1808.
- XIII: Kepler-Büste von Döll und Relief von Dannecker im Denkmal zu Regensburg.
- XIV: Titelbild zu Kepler's Rudolphinischen Tafeln vom Jahre 1627.
- XV: Vergrößertes Teilbild aus XIV, welches Kepler in seinem Arbeitsraum zeigt.
- XVI: Ansicht des Kepler-Denkmal's vom Jahre 1808 in feiner alten Umgebung. Nach einem Gemälde von Freiherrn von Goez.
- XVII: Kepler-Denkmal zu Weilderstadt.
- XVIII: Jugendbildnis von Johannes Kepler und feiner ersten Gattin Barbara, geb. Müller von Mühleck, aus den Jahren 1597 bis 1600 (aus feiner Grazer Zeit). Nach den Miniaturen, welche der Sternwarte Pulkowo gehören.
- XIX: Jakob Bartich, Kepler's Schwiegersohn.
- XX: Gebetbuch der ersten Gattin Kepler's.
- XXI: Aufnahmen der Heidelberger Sternwarte, welche den Planeten „Kepler“ und den Planeten „Ratisbona“ zeigen.
- XXII: Photographisches Fernrohr und Spiegelteleskop der Sternwarte Heidelberg.
- XXIII: Angebliches Bildnis Kepler's aus dem Jahre 1610 — dem Benediktiner-Stifte Kremsmünster gehörig.
- XXIV: Michael Mäflin. (Nach einem Gemälde der Universität Tübingen.)
- XXV: Johannes Kepler. (Nach dem Ölgemälde im Thomas-Stift zu Straßburg.)
- XXVI a: Falsches Keplerbildnis. (Nach dem Gemälde des Historischen Vereins Regensburg.)
- XXVI b: Falsches Keplerbildnis. (Nach dem Stiche des Architekten Grueber 1841.) [XXVI stellt Herzog Ludwig X. von Bayern-Landshut dar; es galt eine Zeitlang als Bild Keplers.]
- XXVII: Kepler-Büste von Schöpf in der Walhalla (nach XXVI angefertigt).

Naturwissenschaftlicher (früher
zoologisch-mineralogischer) Verein zu Regensburg

Als XX. Heft der Berichte für das Jahr 1931
erscheint demnächst:

KEPLER-FESTSCHRIFT

II. Teil:

KEPLER-BIBLIOGRAPHIE

bearbeitet von

Dr. Rothenfelder

Hauptkonservator und Bibliothekar am Germanischen Museum zu Nürnberg

Ein wertvolles biographisches Werk

KEPLER — GALILEI

von **Siegmund Günther**

VIII, 223 Seiten mit 2 Bildnissen, in Ganzleinen gebunden RM 5.—

INHALT:

Keplers Jugendjahre. Graz. Prag. Linz. Letzte Wanderjahre und Tod. Kepler als Mathematiker.
Kepler als Naturforscher. Kepler und die Astronomie. Anmerkungen.

Galileis Jugendjahre. Pisa und Padua. Zurück nach Toscana. Auf der Höhe des Ruhmes.
Der Inquisitionsprozeß. Die letzten Lebensjahre. Galileis Leistungen auf dem Gebiete der
mechanischen Physik. Galileis Leistungen auf dem Gebiete der Astronomie. Galileis ander-
weite wissenschaftliche Verdienste. Anmerkungen.

Das Werk erschien im Rahmen der Biographien-Sammlung „Geisteshelden.“

Bitte fordern Sie unseren ausführlichen Gesamt-Prospekt
über diese Sammlung

A. Ziemsen Verlag / Wittenberg, Bez. Halle

Johannes Kepler in seinen Briefen

Herausgegeben von Max Caspar und Walther von Dyck

2 Bände, 424 und 364 Seiten, 4 Tafeln, 8 Abbildungen. 8°. 1930.

In Halbleinen gebunden zusammen RM. 20.—

Das vorliegende Werk bietet eine Auswahl aus den Briefen von Johannes Kepler dar. Die Herausgeber bieten die lateinischen Briefe in deutscher Übersetzung dar, wobei sie Ihr Bestreben darauf richteten, auch in der Übersetzung Keplers eigenen Stil erkennen zu lassen, der reich ist an überraschenden Wendungen. Da in einer Reihe von Briefen Keplers wissenschaftliche Einzelfragen behandelt werden, die nur für besondere Wissenschaftsgeschichte in Betracht kommen, mußte eine Auswahl getroffen werden. Alles was uns Kepler über seinen wechselvollen Lebensgang erzählt, was den inneren Menschen vor uns aufdeckt mit dem ungemeinen Reichtum und der oft seltsamen Gegensätzlichkeit seiner Fähigkeiten und Gefühle, ist aufgenommen worden; daneben aber auch die Grundgedanken seiner wissenschaftlichen Arbeit, die Grundzüge seines Weltbildes, die Entstehungsgeschichte seiner Werke, die geistreichen Einfälle. Wo es notwendig erschien, sind auch Äußerungen und Antwortbriefe der Männer aufgenommen worden, an die sich Kepler in seinen Briefen wandte.

Johannes Kepler: Neue Astronomie

Übersetzt und eingeleitet von

Prof. Dr. Max Caspar

482 Seiten, 81 Figuren. Format: Quart. 1929. In Leinen gebunden RM. 38.50

Die Sterne:

Auf die Unkenntnis und Unterschätzung von Keplers Leistungen, besonders in der Physik hat erst E. Hoppe hingewiesen. Wer Zeit und Lust für die Geschichte menschlichen Denkens hat, wer nicht bloß Fertiges sehen will, sondern auch langsames Werden, und wer außer Tageserzeugnissen auch einmalige Werke seltener Geister an sich herankommen läßt, sollte nach diesem Buch greifen. Der Herausgeber hat in nicht genug zu lobender Weise alles getan, um dem Leser das Verständnis des Werkes zu erleichtern.

Die Astrologie des Johannes Kepler

Eine Auswahl aus seinen Schriften

Eingeleitet und herausgegeben von

Heinz Artur Strauß und Sigrid Strauß-Kloebe

232 Seiten. Gr. 8°. 1926. Broschiert RM. 4.90, in Leinen gebunden RM. 6.70

Aus dem Inhalt:

Die Einleitung zeichnet in großen Linien die Umriss von Keplers astrologischem Gedankengebäude. Die Auswahl erfolgte: aus den Prognostiken von 1598—1624, aus den Streitschriften gegen Pico della Mirandola, Dr. Röslin und Dr. Feselius, aus dem „Mysterium cosmographicum“, den „Harmonices Mundi“, aus verschiedenen Nativitäten. Die beiden Wallenstein-Horoskope, heute fast nur dem Namen nach bekannt, fanden vollständigen Abdruck. Zahlreiche Erläuterungen zu den Texten steigern den Wert des Buches.

R. Oldenbourg / München 32 und Berlin

Die Sterne

Monatsschrift über alle Gebiete der Himmelskunde. Mitteilungsblatt
des Bundes der Sternfreunde.

Mit Unterstützung des Astrophysikalischen Observatoriums Potsdam
herausgegeben von Robert Henseling.

Ab Januar 1927 vereinigt mit „Sirius“.

1931 erscheint der 11. Jahrgang. Jährlich 12 Nummern in 8 Heften.
Bezugspreis halbjährlich RM. 5.—

Die Zeitschrift unterrichtet in wissenschaftlich strenger, der Form nach allgemein verständlicher
Weise über das astronomische Weltbild und über die Fortschritte der Astronomie und ihrer Hilfs-
wissenschaften. Sie ist mit der Absicht ins Leben gerufen worden, den Lebenswerten des modernen
astronomischen Weltbildes in weitesten Kreisen Wirksamkeit verschaffen zu helfen.

Ausführliches Probeheft kostenlos!

Das Weltall im Bilde

Herausgegeben vom Bund der Sternfreunde durch
Robert Henseling.

I. Die Milchstraße und die kosmischen Nebel von Professor
Dr. Max Wolf, Heidelberg. 16 Lichtdrucktafeln (30×37 cm) nach
Himmelsphotographien. 1 Übersichtstafel mit 7 Skizzen (30×37 cm)
und Textheft (22,5×28,5 cm). 16 Seiten mit 6 Abbildungen im Text.
1925. In Mappe RM. 15.—

II. Der Mond. 18 Drucke nach Himmelsphotographien mit erläu-
terndem Text. Von Professor Dr. A. von Brunn.
28 Seiten mit 8 Abbildungen im Text und auf einer Tafel, sowie einer
Übersichtskarte. 1929. 4°. RM. 15.—

Der Naturforscher: Wer keine Gelegenheit hat, die Mannigfaltigkeit des gestirnten Himmels
in größeren Instrumenten zu beobachten, findet in diesen beiden Werken der Sammlung „Das
Weltall im Bilde“ eine gewisse Entschädigung. Die Sammlung will aber nicht bloß ästhetischen
Genuß bereiten, sondern auch zu einem tiefer eindringenden Studium an Hand des beigelegten
Textes anregen. I. B.

Einführung in das Studium der veränderlichen Sterne

von Dr. Karl Schiller, Oberassistent an der Universitätssternwarte
zu Leipzig. VIII, 384 S. mit 45 Abb. im Text. 1923. 8°.
Geb. RM. 12.—

Die Naturwissenschaften: Es muß als ein glücklicher Gedanke des Verfassers des vorliegen-
den Buches bezeichnet werden, die veränderlichen Sterne zum Gegenstand einer nicht zu umfang-
reichen, aber auch nicht zu knappen Monographie zu machen . . . Es macht das Nachschlagen vieler
in Zeitschriften usw. zerstreuten Abhandlungen überflüssig und ist zugleich ein guter Führer durch
die Literatur der veränderlichen Sterne. Die Schreibweise ist frisch und klar, der Inhalt von erfreu-
licher Korrektheit. Sehr zu loben ist auch die Ausstattung.

Verlangen bitte meinen ausführlichen Katalog „Naturwissenschaften“!

Johann Ambrosius Barth / Verlag / Leipzig

Gedruckt mit der Antiqua
und Cursiv von Claude Garamond (um 1540)
in der Graphischen Kunstanstalt
Heinrich Schiele zu
Regensburg