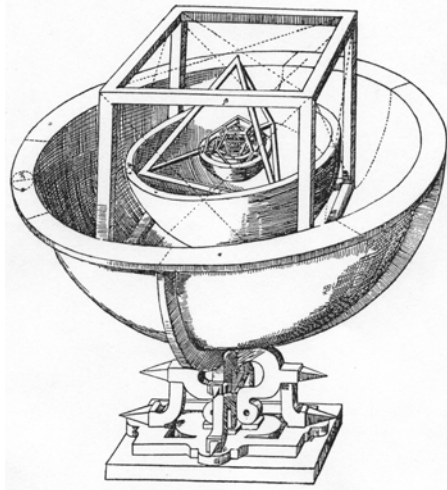


Eine kleine Abhandlung

Johannes Kepler



Inhaltsverzeichnis

1	Lebenslauf von Johannes Kepler	3
2	Die Symbolik von Keplers Weltbild	5
3	Die Keplerschen Gesetze	7
3.1	Das 1. Keplersche Gesetz	7
3.2	Das 2. Keplersche Gesetz	8
3.3	Das 3. Keplersche Gesetz	8
4	Daten von Manuel Luque auf Französisch	10
4.1	John Banville	10
4.2	Jacques Blamont	12

1. Lebenslauf von Johannes Kepler

27. Dezember 1571 – 15. November 1630

Johannes Kepler wurde am 27. Dezember 1571 in Weil (heute Weil der Stadt) als Sohn von Katharina und Heinrich Kepler geboren.

Er lebte in der Epoche der Renaissance bis zum Anfang des 30-jährigen Krieges. Der große Umbruch auf geistigem Gebiet, der sich damals zeigte, äußerte sich u. a. in den erbitterten Glaubenskämpfen in der Reformation und geistig im Ringen bedeutender Forscher um eine neue wahre Welterkenntnis. Nikolaus Kopernikus (1473-1543) hatte in seinem astronomischen Werk "VON DEN UMDREHUNGEN DER HEMISPHÄREN", das er erst kurz vor seinem Tode veröffentlichte, dargestellt, dass nicht die Erde, sondern die Sonne im Mittelpunkt des Planetensystems stehe, die Erde also nur ein Planet unter Planeten sei.

Herzog Christoph stiftete für begabte Landeskinder ein Stipendium für ein Studium an der Universität Tübingen. 1589 begann Kepler, der ein solches Stipendium erhalten hatte, mit dem Studium der Theologie, Mathematik und der Astronomie. Hierbei hörte er zum ersten Mal von Kopernikus und seiner umwälzenden These. Nach Besuch zweier Klosterschulen kam Kepler ins Tübinger Stift. Weil aber sein kritischer Geist nicht mit allen Dogmen der nachlutherischen Orthodoxie übereinstimmte (u. a. Abendmahl, geozentrisches Weltbild), bekam er keine Anstellung in Württemberg. Er musste ins Ausland. In Graz arbeitete er



von 1594 bis 1600 als Landschaftsmathematiker. Dort fand Kepler auch zu seiner wahren Berufung, der Astronomie. 1597 heiratete er Barbara Müller.

Mit 24 Jahren veröffentlichte Kepler sein erstes Werk "MYSTERIUM COSMOGRAPHICUM" ("WELTGEHEIMNIS"). Er siedelte 1600 mit seiner Frau nach Prag über, um Mitarbeiter von Tycho Brahe zu werden. Nach dessen Tod im folgenden Jahr wurde Kepler sein Nachfolger als Astronom Rudolfs II. bzw. als kaiserlicher Mathematiker und führte die von Brahe hinterlassenen astronomischen Arbeiten fort. 1605 kam er zu der Erkenntnis, dass die Marsbahn kein Kreis, sondern eine Ellipse ist. Diese Erkenntnis ist die Basis der Keplerschen Gesetze. Die ersten zwei erschienen 1609 in der "ASTRONOMIA NOVA" ("NEUE ASTRONOMIE"). Sein drittes Gesetz stellte Kepler 1619 in den "HARMONICES MUNDI" ("WELTHARMONIK") auf.

Außer auf dem Gebiet der Astronomie leistete Kepler auch Bedeutendes im Bereich der Optik. 1611 erschien sein Buch "DIOPTRIKE" ("DIOPTRIK"), worin er die Theorie der Linsen und des Fernrohrs (mit zwei Konvexlinsen) weiterentwickelte.

Nachdem 1611 seine Frau und später sein Gönner Rudolf II. gestorben waren, wurde er Landschaftsmathematiker in Linz. Dort heiratete er Susanne Reutinger. Er publizierte einen "ABRISS DER KOPERNIKANISCHEN ASTRONOMIE" (7 Bände, 1618-22) und veröffentlichte 1627 die "TABULAE RUDOLPHINAE" ("RUDOLPHINISCHEN TAFELN"). Sie enthalten die bis dahin genauesten Tabellen der Planetenbewegungen und damit der jeweiligen Planetenpositionen.

Ab 1628 stand Kepler in Wallensteins Diensten in Ulm und Sagan. Er verlangte von ihm vor allen Dingen genaue Horoskope. Zur damaligen Zeit war die Astronomie noch stark mit

der Astrologie verbunden. Sie löste sich erst später aus ihrem Schattendasein. Eine Anekdote besagt, dass Kepler tatsächlich Wallensteins Sterbedatum vorausgesagt hat. Er war allgemein für seine präzisen Horoskope bekannt, obwohl man dem heute skeptisch gegenüber stehen kann. Sicherlich war die Astrologie für Kepler nur ein Mittel zum Zweck, um an Geld für seine astronomischen Forschungen zu kommen.

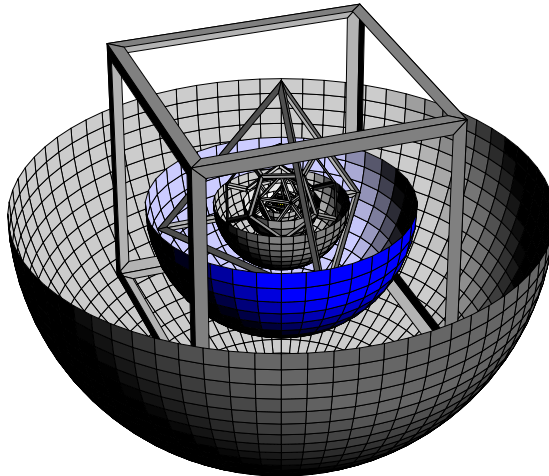
1630 begab sich Kepler auf die Reise nach Linz. Er erkrankte in Regensburg und starb am 15. November, schon bald nach seiner Ankunft.

2. Die Symbolik von Keplers Weltbild

Mit seinem Erstlingswerk will Kepler die Frage klären, warum Gott gerade sechs und nicht mehr Planeten erschaffen hat. Seine erste Idee ist, ebene Figuren zur Erklärung der Planetenanzahl ineinanderzuschachteln. Dies schlägt fehl, weil es zu viele regelmäßige, ebene Figuren gibt, aber nur fünf gebraucht werden.

Da das Planetensystem aber dreidimensional ist, instrumentalisiert Kepler für sein Gedankenexperiment schließlich die **fünf regulären platonischen Körper**: das *Tetraeder*[🔴], das *Hexaeder*[🔴] (Würfel), das *Oktaeder*[🔴], das *Dodekaeder*[🔴] und das *Ikosaeder*[🔴]. Den regulären Körpern werden dann Kugeln jeweils ein- bzw. umbeschrieben. Das Verhältnis der Radien zwischen Innen- und Außenkugel gibt das Verhältnis der Abstände benachbarter Planeten zur Sonne wieder. Um das Problem der Bahnexzentrizitäten mitzuberücksichtigen, geht Kepler von einer gewissen Dicke der Kugelschalen aus. Die kopernikanischen Abstandsdaten legen schließlich folgende Anordnung nahe:

“Die Erdbahn (♁) ist das Maß für alle anderen Bahnen. Ihr umschreibe ein *Dodekaeder*, die diesen umspannende Sphäre ist der Mars (♂). Der Marsbahn umschreibe ein *Tetraeder*, die dieses umspannende Sphäre ist der Jupiter (♃). Der Jupiterbahn umschreibe man einen *Würfel*. Die diesen umspannende Sphäre ist der Saturn (♄). Nun lege in die Erdbahn ein *Ikosaeder*; die diesem eingeschriebene Sphäre ist die Venus (♀). In die Venusbahn lege ein *Oktaeder*, die diesem eingeschriebene Sphäre ist der Merkur (♁).”



Der griechische Philosoph Platon (um 300 v. Chr.) hat die Körper ausführlich beschrieben und sie den Elementen des *platonischen Weltbildes* zugeordnet. Sie wurden wie folgt zugeordnet:

In seinem Dialog TIMAIOS erläutert Platon ein Modell des Kosmos[☞], worin er die regelmäßigen Körper mit den vier Elementen Erde (Hexaeder/Würfel), Wasser (Ikosaeder), Feuer (Tetraeder) und Luft (Oktaeder) verbindet.

Das Dodekaeder verbindet Platon mit der *quinta essentia*, dem Himmelsäther. Jeder der zwölf Seitenflächen entspricht eines der zwölf Sternbilder.

3. Die Keplerschen Gesetze

3.1. Das 1. Keplersche Gesetz

Bei seiner Arbeit in Prag stieß Kepler auf sein “Erstes Gesetz”. Er formulierte folgendes:

“Die Sache liegt daher einfach so: Die Planetenbahn ist kein Kreis; sie geht auf beiden Seiten allmählich herein und dann wieder bis zum Umfang des Kreises im Perigäum [der Punkt der Mondbahn, der der Erde am nächsten liegt] hinaus. Eine solche Bahnform nennt man ein Oval.”

Heutzutage formuliert man das so:

Alle Planeten bewegen sich auf elliptischen Bahnen, in deren einem Brennpunkt die Sonne steht.

3.2. Das 2. Keplersche Gesetz

Sein “Zweites Gesetz” liest sich so:

“Unvollkommenes, jedoch für die Sonnen- oder Erdbahn ausreichendes Verfahren zur Berechnung der Gleichungen auf Grund der physikalischen Hypothese. Da ich mir bewußt war, dass es unendlich viele Punkte auf dem Exzenter [außerhalb des Mittelpunktes liegende angebrachte Steuerungsscheibe] und entsprechend unendlich viele Abstände gibt, kam mir der Gedanke, dass in der Fläche des Exzenters alle diese Abstände enthalten seien.”

Heutzutage formuliert man das so:

Der Quotient aus der von einem Leitstrahl überstrichenen Fläche und der dazu erforderlichen Zeit ist konstant; d. h. der Leitstrahl Sonne-Planet überstreicht in gleichen Zeiten gleiche Flächen, beziehungsweise ein Planet bewegt sich in Sonnennähe schneller als in Sonnenferne. Es gilt also $A_1 = A_2$.

3.3. Das 3. Keplersche Gesetz

Weitere Untersuchungen führten Kepler auf das berühmte dritte Grundgesetz der Planetenbewegung, 1619 veröffentlicht in “HARMONICES MUNDI LIBRI V”.

“Allein es ist ganz sicher und stimmt vollkommen, dass die Proportion, die zwischen den Umlaufzeiten irgendzweier Planeten besteht, genau das Anderthalbe der Proportion der mittleren Abstände, d. h. der Bahnen selber, ist.”

Mit anderen Worten:

Die Quadrate der Umlaufzeiten T zweier Planeten verhalten sich wie die dritten Potenzen

ihrer mittleren Abstände a von der Sonne.

Oder mit einer mathematischen Formel ausgedrückt:

$$\frac{T^2}{a^3} = \text{const.}$$

Das dritte Gesetz beschreibt die Entdeckung, dass Umlaufzeit und Entfernung zur Sonne in einem komplizierten Zusammenhang stehen.

Folgende Tabelle zeigt dies auf:

- T wird als Vielfaches eines Erdjahres gemessen.
- a wird als Vielfaches der Entfernung Erde–Sonne gemessen.

Planet	T	T^2	a	a^3
Merkur	0,241	0,058	0,387	0,058
Venus	0,615	0,378	0,723	0,378
Erde	1,000	1,000	1,000	1,000
Mars	1,881	3,538	1,524	3,540
Jupiter	11,860	140,660	5,203	140,852
Saturn	29,460	867,892	9,539	867,978

Skizze 

4. Daten von Manuel Luque auf Französisch

4.1. John Banville

Dans son livre “Kepler” (1981), John Banville imagine comment l’idée vint à Kepler, pages 42 et 43 de l’édition française, dont une traduction en allemand doit exister:

Peut-être se trompait-il, peut-être l’univers n’avait-il rien d’une construction ordonnée et régie par des lois immuables? Qui sait si Dieu, pareil à ses créatures, ne préfère pas finalement le temporel à l’éternel, l’à-peu près à l’accompli, les clairs pour enfants et les braillements frénétiques du désordre à la musique des sphères? Mais, non, non, en dépit de ces doutes, non: son Dieu était avant tout un Dieu de l’ordre. L’univers répond à des lois géométriques car la géométrie incarne le paradigme terrestre de la pensée divine.

Il travaillait fort tard dans la nuit, et traversait les journées en vacillant, dans un état extatique. L’été vint. Il y avait six mois qu’il n’arrêtait pas et il était tout juste arrivé à la conclusion - si tant est qu’on eût pu parler de conclusion - que ce n’était pas tant des planètes, de leur position et de leur vitesse qu’il devait s’occuper en premier lieu, mais des intervalles entre leurs orbites. S’il ne possédait, pour ces distances, que les estimations de Copernic, lesquelles n’étaient guère plus fiables que celles de Ptolémée, il lui fallait néanmoins présumer, pour son équilibre mental, qu’elles étaient suffisamment précises pour servir ses buts. Maintes et maintes fois, il les combina et les recombina dans l’espoir de débusquer la relation qu’elles cachaient. Pourquoi y avait-il seulement six planètes? Ça, c’était une question. Mais il était plus pertinent de s’interroger sur les distances qui les séparaient. Pourquoi ces distances-là et pas d’autres? Il patienta dans l’attente du bruissement d’ailes. En ce matin de juillet, pourtant semblable à tant d’autres matins, survint l’ange qui lui

apportait la réponse. Johannes était en classe. C'était une journée chaude et radieuse. Une mouche bourdonnait contre la fenêtre haute, un losange lumineux se détachait sur le sol à ses pieds. L'oeil vitreux, ses élèves, pétrifiés d'ennui, le regardaient sans le voir. Occupé à démontrer un théorème d'Euclide - il eut beau, par la suite, s'efforcer de se rappeler lequel, il n'y parvint pas -, il avait dessiné un triangle équilatéral sur le tableau. Il s'empara du lourd compas en bois et, aussitôt, comme toujours, cette monstruosité le piqua. Il porta son pouce blessé à sa bouche, se remit à l'ouvrage et entreprit de tracer deux cercles; le premier, inscrit à l'intérieur du triangle, touchait ses trois côtés, tandis que le second, circonscrit, l'englobait et passait par ses trois sommets. Il recula jusqu'au losange de lumière poudreuse, cilla et, soudain, quelque chose, son coeur peut-être, fit un bond, comme un athlète effectuant une prouesse sur un trampoline; sans raison, il se dit, extatique: je vais vivre éternellement. La proportion entre les deux cercles était identique à celle qui existait entre les orbites de Saturne et de Jupiter, les planètes les plus lointaines, et voilà qu'entre les cercles qui délimitaient cette proportion s'inscrivait cette figure de base qu'était le triangle équilatéral en géométrie. Et si l'on plaçait un carré entre les orbites de Jupiter et de Mars, un pentagone entre Mars et la Terre, et entre la Terre et Vénus un ... Oui. Oh, oui. La figure, le tableau, les murs même de la pièce se fondirent en un liquide chatoyant, et les élèves du jeune professeur Kepler eurent la chance, spectacle rare et gratifiant, de voir leur maître s'éponger les yeux et de l'entendre se moucher bruyamment dans un mouchoir d'un blanc douteux.

4.2. Jacques Blamont

Jacques Blamont dans son livre “Le chiffre et le songe” décrit sa “découverte” de la façon suivante:

Or Euclide a montré que dans l'espace à trois dimensions, seuls existent cinq solides (dits pythagoriciens) dont les faces sont identiques le tétraèdre (constitué de quatre triangles), le cube (quatre carrés), l'octaèdre (huit triangles), le dodécaèdre (douze pentagones), l'icosaèdre (vingt triangles). Leur symétrie leur permet d'être inscrits dans une sphère (C'est-à-dire que leurs sommets sont placés sur elle) ou d'être circonscrits à une sphère (c'est-à-dire que leurs côtés sont tangents à elle). Cinq solides, cinq intervalles entre les planètes! Cette coïncidence fournissait la solution immédiate à l'énigme du nombre des planètes et au mystère de leurs distances; les rayons des sphères calculés par Copernic permettaient de disposer les cinq solides entre les sphères dans l'ordre suivant:

Saturne-cube-Jupiter-tétraèdre-Mars-dodécaèdre-Terre-icosaèdre-Vénus-octaèdre-Mercure

Il fallait un peu forcer les nombres, mais dans l'ensemble l'accord était bon, sauf pour Jupiter, “mais personne ne s'en étonnera, vu la grande distance”. Voilà de quoi faire oublier bien des furoncles. Le jeune homme de vingt-trois ans bondit sur sa plume et écrivit un livre qui, en dépit de son erreur centrale, n'en était pas moins un chef-d'œuvre, le *Mysterium cosmographicum*, dont nous connaissons la genèse grâce à sa préface:

“je ne voyais pas encore clairement dans quel ordre il fallait ranger les solides parfaits, et néanmoins je réussis [...] à les ranger si heureusement que plus tard, quand je vérifiai ces dispositions je n'eus rien à y changer. je ne regrettais plus alors le temps perdu; je n'étais plus las de mon travail; je ne reculais devant aucun calcul, si difficile qu'il fût. Jour et nuit

je fis mes calculs pour voir si la proposition que je venais de formuler s'accordait avec les orbites de Copernic ou bien si ma joie serait emportée par le vent [...]. En quelques jours tout fut en place. je vis les solides symétriques s'insérer l'un après l'autre avec tant de précision entre les orbites appropriées [...] que si un paysan demandait à quels crochets les cieux sont fixés pour ne pas tomber, il serait facile de répondre.”