

Werner Diederich

Der harmonische Aufbau der Welt

*Keplers wissenschaftliches und
spekulatives Werk*





Werner Diederich

Der harmonische Aufbau der Welt

Keplers wissenschaftliches und spekulatives Werk

Meiner

Bibliographische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliographie; detaillierte bibliographische Daten sind im Internet über <http://portal.dnb.de> abrufbar.

ISBN 978-3-7873-2679-2

ISBN eBook: 978-3-7873-2680-8

www.meiner.de

© Felix Meiner Verlag Hamburg 2014. Alle Rechte vorbehalten. Dies gilt auch für Vervielfältigungen, Übertragungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen, soweit es nicht §§ 53 und 54 URG ausdrücklich gestatten. Satz: Type & Buch Kusel, Hamburg. Druck und Bindung: Bookfactory, Bad Münde. Werkdruckpapier: alterungsbeständig nach ANSI-Norm resp. DIN-ISO 9706, hergestellt aus 100% chlorfrei gebleichtem Zellstoff. Printed in Germany.

Inhalt

Vorwort	7
1. Zur Geschichte der Astronomie vor Kepler	11
2. Keplers Werk im Überblick	29
3. Frühe Spekulation: <i>Mysterium Cosmographicum</i> (1597) ..	35
4. Ein nicht unbedeutender Seitenweg: Keplers Astrologie ..	49
5. Eine auch praktisch wichtige Aufklärung: Keplers Optik des Auges	65
6. Der astronomische Durchbruch: <i>Astronomia Nova</i> (1609)	73
7. Exkurs: einige Harmonie-Theorien vor Kepler	83
8. Das Hauptwerk: <i>Harmonice Mundi</i> (1619)	97
9. Ausblicke	125
Bibliographie	135

Vorwort

Das Bild, das wir uns von der Welt machen, ist mitgeprägt durch Erkenntnisse, die uns die Wissenschaften vermitteln, und die sind natürlich immer zeitbedingt. So war es auch vor etwa 400 Jahren, als der Astronom Johannes Kepler ein Bild der Welt entwarf, das die damals neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse mit Spekulationen über eine allem zugrundeliegende Harmonik verband. Die daraus resultierende reizvolle Kosmologie möchte ich in diesem Buch darstellen.

Kepler lebte in einer Zeit, in der sich die neuzeitliche Naturwissenschaft erst herauszubilden begann. Es ist daher nicht verwunderlich, dass wir in Keplers Werk neben bleibenden physikalischen Erkenntnissen auch Überlegungen finden, die ganz an Vorstellungen des 16. Jahrhunderts oder an die Zeit davor gebunden sind. Man kann den Eindruck gewinnen, dass zu Keplers Zeit noch ganz offen war, in welche Richtung die gerade erst beginnende Naturwissenschaft sich entwickeln würde. Als ich vor etwa 30 Jahren begann, mich für die Figur Kepler zu interessieren, ging es mir darum, Wege zu einer »alternativen« Naturwissenschaft aufzuzeigen, zu einer Wissenschaft, die sich nicht einspannen lässt in gesellschaftlich deaströse Entwicklungen; ich hoffte, dass sich an den Entwicklungen in Keplers Zeit – also einige Jahrzehnte, bevor sich mit Newtons Physik der Weg der neuen Naturwissenschaft verfestigte – Bedingungen ablesen lassen für eine andere Ausrichtung der Naturwissenschaft. Inzwischen bin ich skeptischer geworden, ob uns eine solche Umorientierung der Wissenschaft möglich ist. Die Wissenschaft ist ein integrativer Teil der Gesellschaft; ihre Entwicklung können wir im Einzelnen verändern, aber sicher nicht in ihrem Gesamtverlauf.

Kepler bleibt jedoch eine Figur, von der wir paradigmatisch lernen können, wie zeitabhängig Weltbilder sind. Wir glauben, für unser heutiges wissenschaftliches Weltbild gute Gründe zu haben.

Zugleich aber sind wir erschrocken darüber, wie wenig wir uns in dieser Welt, in der wir ein absolutes Randdasein führen, heimisch fühlen können. Vielleicht erlaubt uns aber das Wissen um das Entstehen dieser Weltsicht, uns jedenfalls in der Geschichte der Weltsichten zuhause zu fühlen: Wir erleben uns verortet in einer Bewegung, deren Weitergang wir nur erahnen können.

Keplers Weltharmonik, *Harmonice Mundi*, erschien 1619; sie war sein letztes großes Werk. Ich vertrete die These, dass es in Keplers Augen auch sein Hauptwerk war. Die meisten Interpreten betrachten eher die *Astronomia Nova*, erschienen 1609, als sein wichtigstes Werk, weil er darin die Ellipsengestalt der Planetenbahnen begründet, seinen bleibenden Beitrag zur Astronomie. Ich denke, dass diese Sichtweise nur verständlich ist auf dem Boden der späteren Entwicklung, die einen ganz anderen Weg einschlug, als Kepler sich vorgestellt hatte. Ich möchte aber Kepler aus seiner Zeit heraus und von seinem Selbstverständnis her verstehen.

Kepler war, im Fächerkanon seiner Zeit, *Mathematiker*. Mathematik, im damaligen Verständnis, schloss Astronomie ein. Zugleich verstanden die meisten Astronomen ihre Kunst als eine rein mathematische, nicht auch physikalische. Die Physik des Weltbaus war der *Naturphilosophie* vorbehalten. Kepler hielt sich indes nicht an diese disziplinäre Abgrenzung und versuchte, die Ordnung der Sternennwelt auch physikalisch zu verstehen, »physikalisch« freilich noch nicht im Sinne der sich erst langsam entwickelnden Physik, sondern als Versuch, die Bewegungen der Himmelskörper auf bestimmte, beispielsweise magnetische Kräfte zurückzuführen. Diese tastenden Vorschläge haben sich zwar nicht durchsetzen können, führten Kepler aber zur heute noch gültigen Gestalt der Planetenbewegungen.

Keplers Himmelsphysik war für ihn Teil einer umfassenderen, letztlich theologischen Bemühung um die Erforschung der Gründe, aus denen Gott die Welt so geschaffen hat, wie wir sie vorfinden. Die Welt, so Keplers Vorstellung, hatte eine über sie selbst hinausweisende Bedeutung. Und diese sah Kepler in der *Harmonik* des Weltgefüges.

Die Ergründung der Weltharmonik hat Kepler schon in jungen Jahren beschäftigt und dann nicht mehr losgelassen. Ich werde im Folgenden, besonders in den Kapiteln 3, 6 und 8, seinen Weg von

diesen frühen Spekulationen bis zu seinem reifen Werk *Harmonice Mundi* nachzeichnen und damit aufweisen, wie sich das Harmonie-Projekt durch sein gesamtes Werk zieht. Meine Darstellung wird so die wichtigsten Züge seines Gesamtwerks umfassen.

Ich werde meine Ausführungen nicht mit entbehrlichen wissenschaftlichen Details belasten¹ und hoffe so, für einen breiten Kreis von Leserinnen und Lesern verständlich zu sein. In der Regel begnüge ich mich auch mit deutschen Übersetzungen der meist lateinischen Quellentexte. Allen Leserinnen und Lesern wünsche ich eine spannende und wohltuende Lektüre.

Für hilfreiche Kommentierung großer Teile des Skripts danke ich besonders Andreas Seeck und Franziska Schultz, für eine Lektorierung Heike Bühn, für die Erstellung etlicher Grafiken Rickmer Frier, für Rückmeldungen zu einzelnen Kapiteln Simone Geng und für Hilfe bei Schreifarbeiten Betty Ruhe und Daaje Böhlke.

¹ Gelegentlich füge ich mathematische oder physikalische Details, die für den Fortgang nicht wichtig sind, aber den Kundigen weiterhelfen, in eckigen Klammern bei. Das Kapitel 7 enthält etliche solche Bemerkungen und ist insgesamt für das weitere Verständnis nicht unbedingt erforderlich.

1. Zur Geschichte der Astronomie vor Kepler

Rund 100 Jahre vor Kepler, 1473, wurde Nicolaus Kopernikus geboren. Er war der Begründer des neuen Weltbilds, demzufolge die Sonne das Zentrum unseres Planetensystems bildet. Heute ist diese Lehre fester Bestandteil unseres Weltbildes. Doch zu Kopernikus' Zeiten war sie ein kaum begründbarer Vorschlag. Dies möchte ich im folgenden Rückgang in die ältere Geschichte erläutern.

Die Idee des Heliozentrismus war, streng genommen, nicht neu, denn bereits in der Antike hatte schon Aristarch (etwa 310–230 v. u. Z.) diese Meinung vertreten. Doch im Laufe der Jahrhunderte war sie nahezu in Vergessenheit geraten, zumal sich die mit Aristarchs Sicht unvereinbare Weltauffassung des Aristoteles (384–322 v. u. Z.) durchgesetzt hatte. Für Aristoteles war die Welt ein System konzentrischer Kreise mit der Erde im Mittelpunkt. Aristoteles' System wurde in der Antike von verschiedenen Autoren variiert und untermauert. Es gibt aber auch Besonderheiten der Planetenbewegung, die ich in Kürze erläutern werde, die mit Aristoteles' Sicht nicht vereinbar waren. Das führte zu raffinierteren Vorschlägen, die von Ptolemäus (um 150 n. u. Z.) zu einem konsistenten Bild zusammengeführt wurden.

Das großartige System des Ptolemäus fand jedoch in der Spätantike nur wenig Beachtung; nur das Interesse an der Astrologie, zu der Ptolemäus ebenfalls ein Werk verfasst hat, hielt sich durchgängig. Die Situation der ptolemäischen Astronomie änderte sich grundlegend erst mit der Entstehung des Islam, also etwa ab dem 9. Jahrhundert. Die islamischen Gelehrten haben die ptolemäischen Studien zu einer neuen Blüte geführt. Ab dem 12. Jahrhundert erwachte auch das Interesse in Westeuropa wieder, und die Werke des Ptolemäus (und andere antike Schriften) wurden nach islamischen Quellen ins Lateinische übersetzt und so für das westliche gelehrte Publikum zugänglich.²

² Vgl. Albert van Helden: *Measuring the Universe*. Univ. of Chicago Press 1985, p. 27.

Um das Wesentliche des antiken Bildes der Welt kenntlich zu machen, muss ich etwas ins Detail gehen. Im aristotelischen Kosmos werden die Sterne getragen von konzentrischen Ringen oder Sphären um die Erde im Mittelpunkt; ganz außen, in der umfassendsten Sphäre, befinden sich die Fixsterne. Von innen her gesehen wird die Erde zunächst umrundet vom Mond, dann, immer weiter außen, von Merkur, Venus, Sonne, Mars, Jupiter und Saturn. Die äußerste oder Fixsternsphäre³ rotiert im Laufe von 24 Stunden einmal um die Erde, so dass wir die Fixsterne Nacht für Nacht sich von Ost nach West bewegen sehen. Die inneren Sphären werden von der Fixsternsphäre mit herumgeführt, so dass auch Sonne und Mond täglich von Ost nach West wandern.

Diese Weltsicht scheint zunächst ganz natürlich zu sein; sie nimmt die Dinge so, wie sie uns erscheinen. Ein Problem bereiten aber die Planeten.⁴ Diese bewegen sich einerseits, Nacht für Nacht, mit den Fixsternen von Ost nach West, aber andererseits, sehr viel langsamer, auch von West nach Ost, bleiben also gegenüber den umgebenden Fixsternen zurück. Dieser Effekt ist manchmal größer, manchmal weniger groß und kehrt sich gelegentlich auch um, so dass die Planeten, da auch eine Auf- und Abbewegung hinzukommt, Schleifenbewegungen ausführen. Diese komplizierten Planetenbewegungen konnte man ungefähr beschreiben mithilfe einer Reihe zusätzlich angenommener konzentrischer Sphären, deren Bewegungen so aufeinander abgestimmt sind, dass sie gerade die von der Erde aus beobachteten Bewegungen erzeugen. (Ein erstes Modell dieser Art entwickelte schon Eudoxos im 4. Jahrhundert v. u. Z.)⁵

Alle Himmelskörper und ebenso die Erde wurden, bis in die Neuzeit, als *Kugeln* angesehen. Für die Kugelgestalt der Erde sprachen verschiedene Phänomene, zum Beispiel dass man bei einem von der See kommenden Schiff zunächst die Mastspitze und erst später den

³ Außerhalb der Fixsternsphäre ist für Aristoteles nichts, nicht einmal ein Ort, da für ihn ein Ort von etwas die Oberfläche der umgebenden Körper ist.

⁴ Die Planeten im heutigen Sinn. Bei Aristoteles und lange danach waren auch die Sonne und der Mond Planeten, die Erde jedoch nicht.

⁵ Einen guten Einblick in die Präzision astronomischer Bestimmungen um ca. 100 v. u. Z. liefert der schon vor gut hundert Jahren gefundene, aber erst kürzlich verstandene Antikythera-Mechanismus.

Rumpf sieht. Bei Sonne und Mond legt schon das Erscheinungsbild nahe, dass sie Kugeln sind, und von den Planeten und Fixsternen glaubte man es, weil die Kugel als die symmetrischste und vollkommenste körperliche Form galt. Ebenso war der Kreis die vollkommenste ebene Form, und man nahm an, dass alle Himmelskörper sich auf *Kreisen* bewegen, weil im himmlischen Bereich – in allem, was sich »supralunar« oder »über dem Mond« befindet – alles vollkommen ist. Die *Kreisbewegungen* mussten darüber hinaus gleichförmig sein, d. h. mit konstanter Umlaufgeschwindigkeit. Dieser Grundsatz findet sich schon bei Platon und bestimmte die Astronomie bis ins 17. Jahrhundert hinein.

Die komplizierte Bewegung der Planeten war mit konzentrischen Sphären aber nur ungenau zu erfassen. Ptolemäus arbeitete deswegen mit Hilfsmitteln, die in der Astronomie lange unbestritten bleiben sollten: mit Exzentern und Epizyklen. *Exzenter* (von Hipparch im 2. Jahrhundert v. u. Z. konzipiert) sind Kreise um ein vom Weltmittelpunkt Z (damals die Erde) leicht verschiedenes Zentrum M (Abb. 1.1).

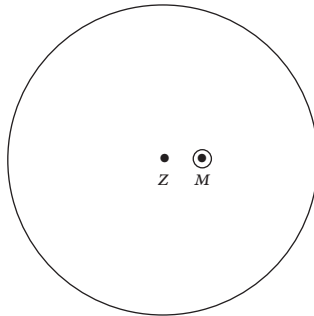


Abb. 1.1: *Exzenter*

Ein *Epizykel* (seit Polonius im 3. Jahrhundert v. u. Z. benutzt) ist ein Kreis, dessen Mittelpunkt E selbst auf einem Kreis umläuft, dem »Deferenten« (Abb. 1.2).

Von diesen beiden Mitteln machte Ptolemäus reichlich Gebrauch, und sie blieben in Gebrauch bis ins 17. Jahrhundert, als Kepler sie endlich entbehrlich machte.

Ptolemäus bemühte noch ein drittes Hilfsmittel, die so genannten *Äquanten* (Abb. 1.3)