

Vorwort des Herausgebers

Die Heisenberg-Gesellschaft legt hier den zweiten Band ihrer Schriftenreihe vor. Bei der Jahresversammlung im Oktober 2013 sprachen Jürgen Audretsch über das Verständnis der Heisenbergschen Quantenmechanik und Matthias Bartelmann über deren Vermittlung in der Schule. Klaus Mainzer widmete seinen Vortrag den Symmetrieprinzipien in der Physik, die für Heisenberg ein wichtiges Element bei der Beschreibung der Naturphänomene darstellten.

In seiner Schrift „Ordnung der Wirklichkeit“ führt er aus: „Das Auftauchen mathematischer Formen in jedem verstandenen Bereich der Wirklichkeit hat schon früh das Nachdenken der Menschen bewegt. Die Untersuchungen der Pythagoreer über die rationalen Verhältnisse harmonisch schwingender Saiten, die Gedanken Platons über die symmetrischen Körper legen Zeugnis ab von der Bedeutung, die der mathematischen Form im Verständnis der Natur zugeschrieben wurden. Die exakte Naturwissenschaft seit Newton beruht auf der stillschwei-

genden Voraussetzung, dass es stets möglich sein müsse, die unserer Erfahrung zugänglichen Gebiete der Natur nach strengen, mathematisch fassbaren Gesetzen zu ordnen. Aber auch Darstellungen der Wirklichkeit, die der exakten Naturwissenschaft ganz fern stehen, wie die Musik oder die bildende Kunst, offenbaren bei genauerer Analyse innere Ordnungen, die mit mathematischen Gesetzen aufs engste verwandt sind.“

Im März 2014

KONRAD KLEINKNECHT
VORSITZENDER DER HEISENBERG-GESELLSCHAFT

Symmetrie und Symmetriebrechung

Von der Urmaterie zu Kunst und Leben

Abstract: Symmetrien werden in der Wissenschafts- und Kulturgeschichte als grundlegende Ordnungsmodelle verwendet. Damit stellt sich die Frage, ob sie von Menschen bloß ausgedacht wurden, um die Vielfalt der Erscheinungen zu ordnen, ob sie gar nur einem ästhetischen Bedürfnis entspringen oder ob es sich um Grundstrukturen der Natur handelt, die unabhängig vom Menschen existieren. In der Antike jedenfalls wurden Erkenntnis, Kunst und Natur aus einer gemeinsamen symmetrischen Grundordnung verstanden. In der Neuzeit bricht diese Einheit von Natur- und Humanwissenschaften auseinander. In der Kunst werden Symmetrien und Symmetriebrechungen auf subjektive Geschmacksurteile bezogen. In Mathematik und Naturwissenschaften bleiben Symmetrien und Symmetriebrechungen fundamentale Prinzipien der Naturbeschreibung, deren Anwendung von der Entstehung der Urmaterie bis zur Evolution des Lebens reicht. Werner Heisenberg und andere bedeutende Physiker und Mathematiker des 20. Jahrhunderts

waren von der fundamentalen Rolle der Symmetrie in der Natur überzeugt. Tatsächlich hängen aktuelle Entdeckungen und Gesetze in Kosmologie, Physik, Chemie und Biologie mit Symmetrie und Symmetriebrechungen zusammen. Es sind Symmetriebrechungen, so die These des Vortrags und vieler Bücher des Autors, die Vielfalt, Komplexität und Neues in der Natur entstehen lassen – von der Physik und Chemie über Biologie bis zur Gehirnforschung. Mathematische Strukturen machen diese fachübergreifenden Zusammenhänge durchsichtig.

Symmetrie und Symmetriebrechung in frühen Weltbildern

Die Suche nach Mustern und Regelmäßigkeiten war und ist für uns Menschen lebensnotwendig, um sich in einem Wirrwarr von Eindrücken und Signalen der Natur zurechtzufinden. Mustersuche bedeutet Reduktion von Komplexität. Hier ist der Ursprung unserer Suche nach Gesetzen, mit denen wir die Vorgänge in der Welt verstehen, erklären und voraussagen wollen. Einfache, regelmäßige und harmonische Muster wurden immer schon ausgezeichnet, um das Komplexe und Unverständliche darauf zurückzuführen. Bis heute üben daher Symmetrien auf Menschen aller Kulturen und Religionen eine eigentümliche Faszination aus.¹ Ob die Kuppel der Hagia Sophia in Istanbul, das Tadsch mahal in Indien oder der Rundbau des Aachener Doms – seit alters her scheinen Menschen die Vollkommenheit des Himmels mit Symmetrien darstellen zu wollen. Im Judentum und Islam, in denen das Göttliche nicht als Person dargestellt werden darf, wurden besonders kunstvolle Ornamente entwickelt. Gelegentlich bauten die Künstler kleine Abweichungen von Symmetrien in die Ornamente ein, da vollkommene Symmetrie nur Gott vorbehalten war und Symmetriebrüche die endliche Welt bestimmten.

Euklids Lehrbücher der Geometrie gipfelten in dem Nachweis¹, dass es im dreidimensionalen Raum genau fünf reguläre

Körper gibt, nämlich der Würfel aus sechs gleichseitigen Quadraten, das Tetraeder aus vier regulären Dreiecken, das Oktaeder aus acht regulären Dreiecken, das Ikosaeder aus zwanzig regulären Dreiecken und das Dodekaeder aus zwölf regulären Fünfecken (Abb. 1). Diese mathematisch faszinierenden Körper machten auf Platon einen derart starken Eindruck, dass er sie mit den damals angenommenen Elementen des Universums identifizierte: Das Feuer sei danach aus Tetraedern gemacht, Erde aus Würfeln, Luft aus Oktaedern und Wasser aus Ikosaedern. Später wird das aus Fünfecken aufgebaute Dodekaeder

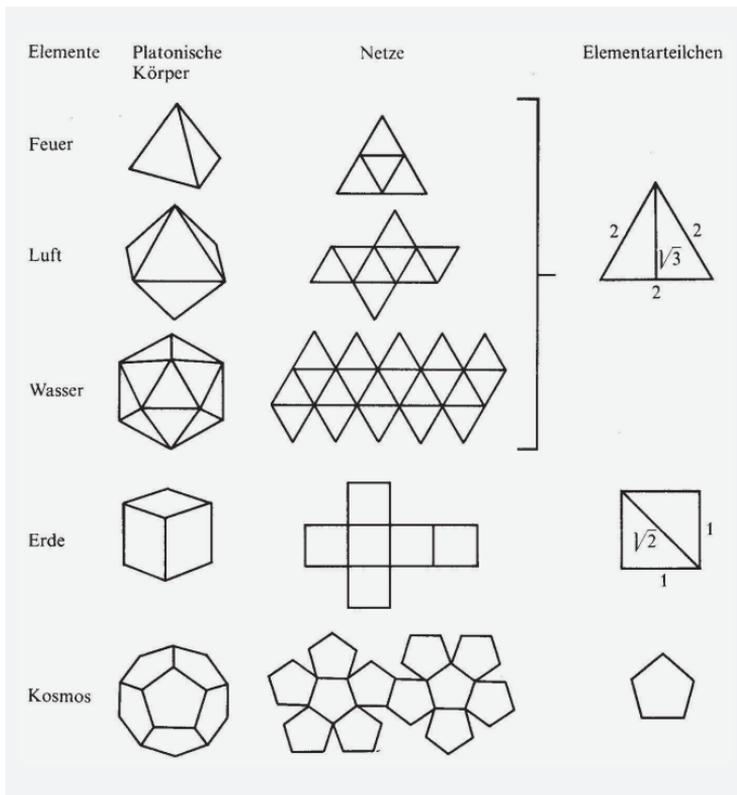


Abb. 1: Platonische Körper als Weltformel

als „Quintessenz“ und Baustein der Himmelsphären hinzugenommen. Eine geniale Idee war geboren: Das Universum lässt sich trotz aller Vielfalt auf grundlegende mathematische Symmetrien zurückführen. Diese Vorstellung beherrscht noch heute die mathematische Naturbeschreibung, zum Beispiel in der Quanten- und Elementarteilchenphysik. An die Stelle einfacher geometrischer Körper treten heute mathematische Formeln, auf denen die Komplexität der Welt zurückgeführt werden soll.

So war auch Werner Heisenberg überzeugt: „Die Elementarteilchen haben die ihnen von Plato zugeschriebene Form, weil sie die mathematisch schönste und einfachste Form ist. Die letzte Wurzel der Erscheinungen ist also nicht die Materie, sondern das mathematische Gesetz, die Symmetrie, die mathematische Form.“² Heisenbergs Begegnung mit dem Symmetriethema geht auf frühe Jugenderfahrungen zurück. Während der Revolutionswirren 1919 und nach dem Zusammenbruch der alten Ordnung bedrängte ihn die Frage nach dem Bleibenden und Unveränderlichen. Auf Beobachtungsposten habe er als Hilfswilliger eines bürgerlichen Freikorps, so berichtet Heisenberg später, auf dem Dach des Münchner Priesterseminars gelegen und den naturphilosophischen Dialog „*Timaios*“ von Platon studiert. „Wenn ein Philosoph vom Rang Platos Ordnungen im Naturgeschehen zu erkennen glaubt, die uns jetzt verlorengegangen oder unzugänglich sind,“ so schreibt Heisenberg in der „Der Teil und das Ganze“ rückblickend auf seine Lebenserfahrung, „was bedeutet dann das Wort „Ordnung“ überhaupt? Ist Ordnung und ihr Verständnis an eine Zeit gebunden?“³

Symmetrie bestand für die platonische Welt nicht nur im Kleinen, sondern auch im Großen: In platonischer Tradition wird ein zentralsymmetrisches Planetenmodell angenommen – mit der Erde im Zentrum, umkreist von den damals angenommen Wandelsternen, zu denen auch Mond und Sonne gezählt wurden. Hier wird der antike Zusammenhang von Naturordnung und Kunst deutlich. Die Lyra Apollos verweist mit ihren sieben Saiten auf die sieben Planeten der griechischen