

Geometrie ohne Punkte, Geraden und Ebenen

Zu Buckminster Fullers Theorie einer Wissenschaft zum Selberbauen

R. Buckminster Fullers (1895-1983) Kuppelkonstruktionen bescherten ihm etwas öffentliche Aufmerksamkeit, seinen utopischen Plänen für die Zukunft der Menschheit wurde gelauscht wie bezaubernden Märchen, und die akademische Wissenschaft ehrte ihn posthum mit der Namensgebung der 1985 entdeckten Fullerene (Kohlenstoffmoleküle, deren Struktur der seiner Kuppelbauten stark ähnelt). Getrieben von einer Art ‚autonomen Empirismus‘ und bar einer abgeschlossenen Berufs- oder wissenschaftlichen Ausbildung schwor er sich, wirklich für sich selbst zu denken und versuchte, so etwas wie eine ultra-empirische Geometrie zu errichten.

Erste Erfahrungen mit Geometrie

Die Definitionen von Punkt, Linie, Fläche und Würfel, die ihm in der Schule beigebracht worden waren, befremdeten ihn – ein Würfel bestehend aus Flächen ohne Dicke, zusammengesetzt aus Linien ohne jegliche Breite, wiederum zusammengesetzt aus dimensionslosen, also nicht existierenden Punkten. Fuller kommentierte diese Geometrie wie folgt: Da der Würfel, den seine Lehrerin ihm gerade vorgestellt hatte, weder ein Gewicht besaß, noch eine Temperatur, noch eine Lebensdauer, und da sein leerer, aus zwölf Kanten aus nicht existierenden Linien bestehender Rahmen seine Form nicht einmal selbst halten konnte, war es unmöglich, ihn vorzuführen, und damit war er ein heimtückisches Werkzeug für Schüler und Studenten, nützlich nur für das Spiel der vorsätzlichen Selbsttäuschung.¹ Er folgert, dass diese anerkannte Vorstellung von Dreidimensionalität ausgesprochen unwissenschaftlich sei, da sie dem Lexikonbegriff von Wissenschaft als „systematisiertes Wissen, gewonnen aus Beobachtung und Studium“ nicht entspreche, sondern willkürlich gesetzt sei.

Eigene Theorien

Fuller versucht es besser zu machen. ‚Besser‘ bedeutet für ihn, tatsächlich existierende Objekte zu beobachten, ihr Verhalten aufzuzeichnen und von diesen Beobachtungen seine mathematischen Prinzipien abzuleiten. Er äußert, reine Prinzipien seien anwendbar, könnten von der Theorie auf die Praxis reduziert werden. Mit der Packung von Kugeln in der Ebene experimentierend stellt er fest, dass die hexagonale Anordnung der höchsten Dichte entspricht und das regelmäßige Sechseck außerdem das einzige regelmäßige Polygon ist, dessen Seiten genauso lang sind wie der Abstand der Ecken zum

¹ R. Buckminster Fuller, E.J. Applewhite, Synergetics - Explorations in the Geometry of Thinking, Sebastopol 1997 (1975), § 986.028

Mittelpunkt. Im Raum lassen sich drei Kugeln am engsten in Form eines Dreiecks, vier in Form eines Tetraeders packen. Um eine Kugel als Kern gruppiert ergibt sich aus der engsten Packung von zwölf weiteren Kugeln ein Kuboktaeder, gedacht jeweils als bestehend aus den Verbindungslinien der Kugelmittelpunkte. Für dieses Kuboktaeder gilt, analog zum Sechseck, dass die Länge der einzelnen Kanten mit dem Abstand der einzelnen Ecken zum Mittelpunkt identisch ist. Fuller nannte es auch das ‚Vektorengleichgewicht‘.² Wird dieses Kuboktaeder mit weiteren Schichten gleichgroßer Kugeln umhüllt, bleibt die Form erhalten, nur die Anzahl der Kugeln, deren Reihe eine Kante bildet, wird erhöht. Letztere bezeichnet Fuller als die Frequenz des Kuboktaeders. Werden alle Kugeln außer der äußersten Schicht aus diesem Gebilde entfernt, formiert es sich neu zu einem Ikosaeder. Die Frequenz der Kanten bleibt erhalten, nur die Packung der Kugeln in den quadratischen Seiten des Kuboktaeders, die keine hexagonale, sondern eine kubische ist, verrutscht hin zur hexagonalen Packung. Die Anzahl der Kugeln pro Seite bleibt gleich.

Ebenso wendet er sich dem Verhalten von „Perlen an einer Kette“ zu, wobei die Perlen bei ihm stabförmige Rohre sind. Die einzige stabile Konfiguration dieser Rohre in der Ebene ist das Dreieck – jedes andere Polygon lässt sich durch Modulation der Winkel zu einem Dreieck verformen, ohne dass der Umfang verändert oder eine Seite ‚zerbrochen‘ werden müsste. Entsprechend verhalten sich aus Stäben mit beweglichen Ecken konstruierte (regelmäßige) Polyeder: Die Konfigurationen, deren Seiten Dreiecke sind (Tetraeder, Oktaeder, Ikosaeder), sind stabil, behalten ihre Form auch ohne äußere oder innere Unterstützung bei, die übrigen (Kubus und Dodekaeder) kollabieren. Ihr Kollaps kann verhindert werden, wenn ihre Seiten ihrerseits in Dreiecke aufgeteilt werden. Dieser Prozess der Aufteilung in Dreiecke ist bei Fuller praktisch eine der wichtigsten Operationen überhaupt, wenn es um die Konstruktion stabiler Strukturen geht, und bei den meisten seiner Bauten zu entdecken.

Ein diskontinuierliches Universum aus vibrierenden Tetraedern

Was sind *wirklich* existierende Objekte? Fuller ruft die moderne Wissenschaft in den Zeugenstand, die nirgends so etwas wie ‚feste Materie‘, gerade Punkte, ebene Flächen gefunden habe, und kommt zu dem Schluss, dass die allgemeine Vorstellung von festen Dingen und anderen Kontinuitäten unangemessen sei und durch den Begriff des Energieereignisses („energy event“) sinnvoll ersetzt werden könne. Einen Punkt fasst er als ein Tetraeder von vernachlässigbarer Höhe und Basis auf. Alle physikalischen Linien entpuppten sich bei näherer Betrachtung als gewellt oder fragmentiert, aber es gäbe Kräfte, und diese könnten mit Vektoren dargestellt werden. Diese seien Tetraeder mit vernachlässigbarer Basis, aber signifikanter Höhe. Aber es ist nicht so, dass Fuller hier durch die Hintertür wieder gerade Linien einführt: Er besteht darauf, dass potentielle ‚gerade‘ Beziehungen sofortige Wirkung bzw. Ereignisse in ‚Nicht-Zeit‘ erfordern würden und deshalb zumindest nicht ‚vorführbar‘ seien. Sich wieder an die Anschauung haltend, können für Fuller keine zwei ‚Linien‘ oder Vektoren zur selben Zeit durch denselben Punkt gehen. Seine Vektoren schneiden sich nicht, sie nähern sich nur an und entfernen sich wieder voneinander. Eine Fläche

² ‚vector equilibrium‘ im Englischen.

sei ein Tetraeder mit vernachlässigbarer Höhe, aber einer Basis von signifikantem Ausmaß. Da Polyeder von ihm immer als Gerüst gedacht werden, spricht er von den Seiten der Polyeder, wie allgemein von ebenen Flächen als ‚Öffnungen‘. Oberflächen müssten statt als kontinuierliches Etwas ohne Dicke als ein durch ein feines Netzwerk von kleinen Vektoren verbundenes Geflecht von Energieereignissen begriffen werden und sind damit nicht mehr ‚eben‘.

Die entscheidende Eigenschaft, die bestimmt, ob wir etwas als Kontinuität oder als eindeutig separat wahrnehmen (wie z.B. Planeten im Gegensatz zu Atomen), sei die Frequenz. Wenn die Frequenz eines Geflechts so hoch wird, dass sie sich unserer Wahrnehmung entzieht, nehmen wir es als Kontinuität wahr, wird sie so gering, bzw. die Abstände so groß, dass sich ihre Wiederholung unserer Wahrnehmung entzieht, nehmen wir auch zusammenhängende Ereignisse als separat wahr. Größe wird als Frequenz in Bezug auf eine spezifische Vergleichsgröße ausgedrückt.

Das Koordinatensystem der Natur ist nicht rechtwinklig?

Fuller geht es nicht nur um eine ‚praktische‘ Geometrie, er versucht der Natur selbst auf die Schliche zu kommen. Trotz des völlig anderen Ansatzes, gibt es Parallelen zu Platon und Kepler, wie sie ist er fasziniert von der Vorstellung, dass sich die Beziehungen verschiedener Bestandteile des Universums in harmonischen Verhältnissen ausdrücken lassen, ja, dass dem Ganzen eine harmonische Ordnung innewohnt. Aus bekannten Experimenten zieht Fuller eigene Schlüsse. Davon ausgehend, dass sich die natürlichen belebten und unbelebten Strukturen auf in höchstem Maße effektive Art und Weise bilden, d.h. so, dass zu ihrer Aufrechterhaltung nur ein ab Minimum an Energie notwendig ist, erhebt er das Tetraeder, nach ihm die Form, die mit minimalem Aufwand ein Maximum an Stabilität besitzt, zu dem zentralen Baustein des Universums. Des weiteren annehmend, dass der Raum an sich keine formlose Leere sei, in der alles möglich ist, macht er sich auf die Suche nach dem „Koordinatensystem der Natur.“³ Edmonson schreibt dazu: „Das ‚Koordinatensystem der Natur‘ ist also eine Geometrie von ökonomischsten Beziehungen...“³

Die Bedingungen, die dieses Koordinatensystem erfüllen müsste, scheinen Fuller klar: bestehend aus einem in alle Richtungen gleichen, also symmetrischen Muster aus gleich langen Vektoren, welche die überall gleich starken Kräfte repräsentieren. Diese Vektoren treffen alle im gleichen Winkel aufeinander und befinden sich auf diese Weise in einem Gleichgewicht. Fullers Überlegungen führen ihn zu eine Struktur, bestehend aus einem Gitter sich jeweils an ihren quadratischen Seiten berührender Kuboktaeder mit oktaederförmigen Zwischenräumen. Verbindet man bei der unendlichen engsten Kugelpackung wieder die Kugelmittelpunkte angrenzender Kugeln mit Vektoren und lässt die Kugeln selbst anschließend weg, erhält man dasselbe Gitter. Einer seiner auffallendsten Unterschiede zum kartesischen Koordinatensystem ist die Abwesenheit von rechten Winkeln; hier sind alle vorkommenden Winkel

³ Amy C. Edmonson, A Fuller Explanation – The Synergetic Geometry of R.Buckminster Fuller, herausgegeben von Arthur L. Loeb, Boston – Basel – Stuttgart 1987, S.10

einfache Vielfache von 60° . Eine Anordnung von Verstreungen nach diesem Muster erzielt sowohl in Form eines Mastes als auch in der Ebene z.B. als Gerüst einer Tragfläche ein hohes Maß an Stabilität.

Er schreibt, seine auf diesem experimentellen Wege erzeugte Mathematik zeige wie man ‚omnirational‘, energetisch, arithmetisch, geometrisch, chemisch, stereometrisch, kristallografisch, in Bezug auf Vektoren, topologisch und in Bezug auf Energiequanten in Begriffen des Tetraeders messen und berechnen könne.⁴ ‚Omnirational‘ ist ein Begriff, den er sehr häufig verwendet, in ihm spiegelt sich seine ausgesprochene Abneigung gegen irrationale Zahlen und der Umstand, dass sie in seinem System kaum eine wichtige Rolle spielen.⁵ ‚Energetisch‘ ist in seiner Terminologie der Gegensatz zu ‚synergetisch‘, das Ganze betreffend, bedeutet also soviel wie ‚den Einzelfall‘, ‚den konkreten Fall‘ betreffend.

Der Umstand, dass diese Auffassungen stark von den gegenwärtig anerkannten Positionen über das Wesen der Geometrie und ihren Zusammenhang mit der physikalischen Welt abweichen, sagt weder etwas über ihren Wahrheitsgehalt noch über ihre logische Kohärenz. Allerdings ist eben gerade wegen dieser starken Abweichung eine wirklich gründliche Prüfung bisher ausgeblieben. Es bleiben vor allem die vielen geodätischen Dome die über die Welt verstreut sind und für das ihnen zugrunde liegende Gedankengebäude Zeugnis ablegen.

Eine wesentlich längere Fassung dieses Textes mit ausführlichen Fußnoten etc. findet sich unter:

http://www.farbengarten.com/scrupeda/symmetrie_und_ordnung.pdf

⁴Fuller/Applewhite § 201.01

⁵ So vermeidet er Pi z.B. indem er mit Demokrit darin übereinstimmt, dass es keinen perfekten Kreis ‚in der Wirklichkeit‘ gibt, sondern nur Polygone mit sehr kleinen Seiten bzw. sehr hoher Frequenz, die man ihrerseits natürlich wieder als aus Dreiecken zusammengesetzt betrachten kann.