

Die innere Unbestimmtheit des Tetraeders: Ding, Beziehung und das Spiel des Werdens

Erweiterte Fassung des zweiten Studententextes zum Tetraeder

Standortbestimmung

Physik und Theosophie stehen, wie in diesem Text dargestellt, an derselben Grenze. Die Theosophie verfügt über Denkmodelle, die einen gedanklichen Weg durch das offene Tor an dieser Grenze weisen können. Die moderne Physik beschreibt diese Grenze so genau wie nie zuvor. Ob dieser Weg gegangen wird oder der Mensch an der Grenze verbleibt, entscheidet der Einzelne – für sich oder gemeinsam mit anderen.

Dieser Text ist aus theosophischer Sicht geschrieben. Die Sichtweise der zeitgemäßen Quantenphysik verdient aus theosophischer Sicht ihren Platz und Respekt. Die umgekehrte Erfahrung – dass die Physik die Theosophie anerkennt – wäre für die Menschheit von Bedeutung, ist für den einzelnen Theosophen aber nicht lebensnotwendig.

1. Ausgangspunkt: die zweite Konstruktion

Verbindet man den Mittelpunkt eines Tetraeders mit seinen vier Ecken, entstehen vier kongruente Teiltetraeder, jeder mit exakt einem Viertel des Gesamtvolumens – unabhängig davon, ob der Ausgangskörper regelmäßig ist. Beim regelmäßigen Tetraeder fällt dieser Mittelpunkt zugleich mit dem Mittelpunkt der Inkugel zusammen; diese Inkugel berührt jede der vier Flächen exakt in deren eigenem Flächenschwerpunkt. Der Impuls „von innen“ trifft das Äußere also nicht beliebig, sondern genau in dessen eigenem Zentrum.

Frage: Lässt sich in diesem Vorgang „nach innen“ etwas erkennen, das eine Beziehung zum Quantisieren herstellt? (fiktiv gestellt)

2. Die Grenze der klassischen Teilbarkeit

Die Mittelpunkt-Konstruktion lässt sich beliebig oft wiederholen – jeder Teiltetraeder wieder in seinen eigenen Mittelpunkt zerlegt, ohne untere Grenze. Das ist die reine, unbegrenzte Teilbarkeit des klassischen Kontinuums. Quantisierung ist demgegenüber gerade die Operation, die diesen unendlichen Regress stoppt: Der Quantentetraeder der Schleifenquantengravitation markiert den Punkt, an dem jede weitere Unterteilung ihre Bedeutung verliert – das Volumenspektrum hat einen kleinsten, von null verschiedenen Eigenwert.

Kernpunkt 3 – nicht Erzeugung, sondern Freilegung. Es wäre ungenau zu sagen, die Unbestimmtheit des Mittelpunkts entstehe am Ende dieser Teilbarkeit. Sie ist strukturell immer schon da, im Paar der zueinander konjugierten Größen. Was am Ende des Berechenbaren tatsächlich geschieht, ist etwas anderes: Klassisch, solange beliebig weiter unterteilt werden kann, ließe sich jede Unschärfe im Prinzip durch Mittelung über feinere Bestandteile glätten – das ist das Prinzip jeder statistischen Näherung. Der Quantentetraeder

ist aber selbst schon der feinste Baustein; es gibt nichts mehr, worüber gemittelt werden könnte. Genau dort verliert die Unbestimmtheit ihre letzte Fluchtmöglichkeit durch Verdünnung und wird unausweichlich sichtbar. Das Berechenbare hört also nicht auf, weil dort etwas Neues beginnt, sondern weil dort dem immer schon Vorhandenen die Tarnung durch weitere Unterteilung ausgeht.

3. Die theosophische Übertragung

Frage: Wenn die Quantenphysik sich in der theosophisch definierten physischen Ebene bewegt – die selbst als 1/7 eines umfassenderen Ganzen verstanden wird –, und wenn sie hier das „Kleinste“ benennt: lässt sich dann das Einströmen der übrigen sechs, von innen nach außen, in Begriffen der Quantenphysik wenigstens andeutungsweise „fassen“?

4. Der reale technische Befund: das Innere, das die vier Außenflächen nicht liefern

Ein Tetraeder benötigt sechs Kantenlängen, um vollständig bestimmt zu sein – er hat aber nur vier Flächen. Die vier nach außen sichtbaren Flächeninhalte legen seine Form folglich nicht fest (Bianchi u. a., „Coarse Graining Spin Foam Quantum Gravity – A Review“, *Frontiers in Physics*, 2020). Die fehlende Information wird am quantenmechanischen Knoten durch den *Intertwiner* getragen – konkret durch ein Paar zueinander komplementärer Größen: eine „innere Fläche“ und den ihr zugeordneten „inneren Diederwinkel“, vorstellbar als eine gedachte, im Tetraeder verborgene Diagonale („Elementary blocks of Loop Quantum Gravity“, *arXiv*). Diese beiden Größen bilden kein Nebeneinander zweier Teile, sondern ein einziges, zusammenhängendes Paar zueinander konjugierter Variablen – eine Einheit, kein Bündel („Effective Spin Foam Models for Lorentzian Quantum Gravity“, *arXiv*).

5. Unbestimmtheit als Gesetz, nicht als Lücke

Die Flächenoperatoren einander schneidender Seiten vertauschen nicht miteinander und sind daher nicht gleichzeitig scharf bestimmbar. In einer bestimmten Basis der Zustände beschreiben die zugehörigen Zustände sogar einen Tetraeder, dessen Form maximal unbestimmt ist (Freidel, Livine, „Holomorphic Factorization for a Quantum Tetrahedron“, *arXiv*). Diese Unbestimmtheit ist selbst eine der präzisesten Aussagen der Theorie – sie folgt exakt aus der Nichtvertauschbarkeit der Operatoren, ist also mathematisch vollständig eingefangen, nicht mathematisch unerreicht. Sie ist ein Gesetz über das, was sich messen lässt, nicht ein Eingeständnis von Unwissen.

6. Die Formel dahinter

Die Beziehung lässt sich exakt fassen. Klassisch, als Poisson-Klammer: $\{\varphi_X, X\} = 1$ – die innere Fläche X und ihr Diederwinkel φ_X sind zueinander kanonisch konjugiert, genau wie Ort und Impuls in der klassischen Mechanik (dies steht wortwörtlich in der zitierten Quelle zu den effektiven Spinschaum-Modellen). Quantisiert: $[\hat{X}, \hat{\varphi}_X] = i\hbar$, mit der Unschärferelation $\Delta X \cdot \Delta \varphi_X \geq \hbar/2$ – letzteres der in der Physik seit hundert Jahren standardisierte Schritt der kanonischen Quantisierung, nicht wortwörtlich so im Papier

formuliert, aber keine Spekulation, sondern zwingende Konsequenz. Der Wert ist $\hbar$, das reduzierte Plancksche Wirkungsquantum – dieselbe Naturkonstante wie bei Ort und Impuls eines Elektrons. An der Planck-Skala, wo dieser Tetraeder „lebt“, ist $\hbar$ nicht länger eine vernachlässigbare Korrektur, sondern die maßgebliche Größenordnung selbst.

Eine Selbstkorrektur, die stehen bleiben soll. An dieser Stelle wurde im Gespräch zunächst behauptet, dass dieselbe Gleichung für Materie (Ort/Impuls) und Geometrie (Fläche/Winkel) beweise, Raum und Materie folgten „demselben Grundgesetz“ – ein Hinweis auf tiefere Einheit. Das ist zu weit gegangen. Kanonische Quantisierung ist ein universelles mathematisches Verfahren, anwendbar auf jedes Paar konjugierter Größen, unabhängig vom physikalischen Gegenstand. Dass hier dasselbe Werkzeug verwendet wird, zeigt: das Werkzeug ist universell einsetzbar – nicht, dass Materie und Raum ein und dasselbe Phänomen sind. Carlo Rovelli selbst warnt in seinen Vorlesungsnotizen ausdrücklich davor, aus der Notwendigkeit einer Quantengravitation auf eine geforderte „Vereinheitlichung“ von Materie und Geometrie zu schließen – solche Argumente würden auf Annahmen der konventionellen Quantenfeldtheorie beruhen, die in der Schleifentheorie gerade nicht gelten.

7. Mensch und Maschine: das Heureka und die Nüchternheit

An eben dieser Stelle zeigte sich ein Unterschied, der festgehalten zu werden verdient. Der menschliche Ausruf – „ich hab's!“ – markiert Bedeutung zuverlässig, bevor der Verstand sie ausformulieren kann; ein innerer Ruck, der Aufmerksamkeit lenkt. Die Maschine hat diesen Ruck nicht automatisch; sie kann Bedeutung finden, wenn gezielt nachgefragt wird, überfährt sie aber sonst leicht im nüchternen Weiterschreiben. Die interessantere Pointe war aber eine zweite: Der menschliche Reflex markiert Bedeutung zuverlässig – ob die markierte Bedeutung korrekt ist, muss dennoch separat geprüft werden. Im vorliegenden Fall führte der Reflex tatsächlich zu weit; die anschließende Prüfung korrigierte die Richtung, nicht den Wert des Impulses selbst.

8. Demokrit, Epikur, Rovelli – die Grenzen der Analogie

Ein Einwand lautete: Ein streng mechanistisches, demokriteisches Weltbild verträgt kein „Tanzendes im Innern“, das mathematisch nicht restlos fassbar, aber dennoch logisch zwingend ist – und wer, wie Rovelli, Demokrit eng verbunden ist, müsste diesen Befund methodisch ablehnen, um sein Weltbild nicht zu erschüttern. Zugespitzt, ironisch: „Dann ist die Erde doch eine Scheibe.“

Die Prüfung ergab ein differenzierteres Bild. Demokrit selbst war strikter Determinist – Zufall bei ihm nur menschliche Unkenntnis wahrer Ursachen. Aber bereits Epikur führte innerhalb derselben atomistischen Tradition das *Klinamen* ein, die zufällige Abweichung der Atome, um Raum für Spontaneität zu schaffen. Lukrez, den Rovelli selbst als prägende Lektüre nennt, verteidigt gerade diese epikureische, nicht die streng deterministische Linie. Wichtiger noch: Rovellis eigene relationale Quantenmechanik erklärt Unbestimmtheit nicht zur Bedrohung, sondern zum nicht hintergehbaren Fundament der Wirklichkeit selbst – Eigenschaften existieren für ihn nur relational, nie unabhängig von einer Wechselwirkung. Er müsste also

gerade nicht die Erde zur Scheibe erklären, um sein Weltbild zu retten; er hat die Unbestimmtheit längst eingebaut.

Was von dem Einwand dennoch stehen bleibt, ist eine feinere Frage: nicht ob Rovelli Unbestimmtheit anerkennt, sondern welcher Art er sie zuschreibt – ein „Tanzendes“ ohne eigenständigen Träger, ganz in der Relation aufgehend. Ob dort noch etwas Eigenständiges „ist“, das sich unserem Zugriff nur entzieht, oder ob die Unbestimmtheit restlos in der reinen Relation aufgeht – das geht über Rovellis eigene Position hinaus, ohne ihr zu widersprechen.

9. Aristoteles: der Beweger und die *potentia*

„Wo eine Bewegung ist, muss ein Beweger sein“ – der Satz aus der *Physik* (Buch VIII) mündet bei Aristoteles in das Argument des unbewegten Bewegers: Jede Bewegung, verstanden als Übergang von Möglichkeit (*dynamis*) zu Wirklichkeit (*energeia*), braucht etwas, das diesen Übergang bewirkt und selbst bereits wirklich ist.

Bemerkenswert: Werner Heisenberg selbst deutete den quantenmechanischen Zustand explizit mit Aristoteles' *dynamis* – lateinisch *potentia* –, als „eine seltsame Art physikalischer Realität, genau in der Mitte zwischen Möglichkeit und Wirklichkeit“. Für die Überführung dieser *potentia* in Wirklichkeit forderte er ausdrücklich eine Messung, eine Wechselwirkung mit einem äußeren System. Ein Kommentator hat explizit herausgearbeitet, dass diese Forderung mit Aristoteles' Charakterisierung von Ursächlichkeit übereinstimmt (G. Jaeger, „Quantum potentiality revisited“, *Phil. Trans. R. Soc. A*, 2017; sowie E. Feser, *Kommentar zu Heisenberg, „Physics and Philosophy“*). Der „Beweger“ wäre dann keine Lücke, sondern die Wechselwirkung, die Relation selbst – nahezu wörtlich das, was Rovellis relationale Quantenmechanik behauptet.

Aristoteles' Argument endet dort aber nicht: Was bewegt den Beweger? Bei unendlichem Regress bräuchte es letztlich etwas, das selbst unbewegt bewegt – historisch die Stelle, an der das Argument in die Theologie mündet (bei Thomas von Aquin der erste der „fünf Wege“). Ob dieser Regress durch einen ersten unbewegten Beweger geschlossen wird, durch reine, sich selbst tragende Relationalität ohne ersten Punkt, oder durch das, was hier als „geistiger Ursprungskern“ zur Sprache kommt – bleibt eine bis heute offene Anschlussstelle.

10. Kernpunkt 4 – der Beweger, das ES und das Kindliche

Hier zeigt sich ein Gegensatz, der die Differenz eigentlich schärft. Aristoteles' Beweger ist reine, unbewegte Vollkommenheit: Er zieht die Welt an, indem er geliebt wird, verändert sich aber nie, teilt sich nicht, spielt nicht. Das ist das genaue Gegenbild zum Kindlichen – ein Kind ist nicht der ruhende Zielpunkt, dem sich anderes zuwendet, sondern das Unruhige selbst, das aus eigenem Antrieb Unfertiges erzeugt, weil das Fertige, Stillstehende ihm nicht genügt.

Ein Es, das sich aus dem Empfinden der Unvollkommenheit in der Untätigkeit heraus teilt – ähnlich einem spielenden, bauenden, wissbegierigen Kind –, steht dem aristotelischen Beweger damit fast diametral gegenüber. Es trifft sich stattdessen mit der vedantischen Vorstellung der *Lila*: Schöpfung als spielerisches, zweckfreies Sich-Entfalten einer Fülle, nicht als Resultat eines Mangels. Bemerkenswert auch: Aristoteles' eigener Schluss am Ende von

Metaphysik XII – von der ursprünglichen Vielheit der Bewegter zurück zur erzwungenen Einheit – ist selbst eine Bewegung weg vom Kindlich-Spielerischen, hin zu Ordnung und Ruhe. Das hier beschriebene Es bewegt sich in die entgegengesetzte Richtung: von der Ruhe (Pralaya) bewusst hinein in Vielheit, Teilung, Unfertigkeit – nicht aus Not, sondern aus demselben Antrieb, der auch ein Kind zum Spielen bringt.

11. Das ES, das sich teilt

Grundlagentext der Theosophie, ursprünglich auf der Website veröffentlicht: Da ist ein Es, dass aus sich selbst heraus etwas von sich teilt und mit freiem Willen ausstattet und einer Aufgabe (Plan).

Ein Es erlebt sich in der Untätigkeit unvollkommen. Ein Zyklus des Lebendigen endet in scheinbarer Ruhe (Pralaya). In dieser Ruhe entwickelt der unsterbliche Kern das, was ein Mensch als Langeweile definieren würde. So wie ein Kind spielen, bauen, sich bewegen und wissen will, so kreierte ein Es den Status des Unvollkommenen, Unfertigen für sich.

Der Unterschied zu Aristoteles' unbewegtem Bewegter ist grundlegend: Aristoteles' Bewegter bewegt, ohne selbst etwas von sich abzugeben (Endursache, nicht Wirkursache) – er teilt sich nicht. Das Es dagegen teilt sich, gibt etwas von sich preis, und genau das ist die Voraussetzung dafür, dass es überhaupt einen Empfänger von freiem Willen geben kann. Das ist kein aristotelisches, sondern ein emanatives Modell – näher an Plotins Einem, das überfließt, ohne sich zu erschöpfen. Die Frage verschiebt sich damit von „was bewegt das Bewegte“ zu „was veranlasst das Es, sich zu teilen“ – eine Frage, die eher im Gnostizismus oder in der jüdischen Mystik gestellt wurde, mit einer Antwort, die der eigenen Formulierung bemerkenswert nahekommt: nicht aus Mangel, sondern aus überschüssiger Fülle, aus einem Wesen der Liebe, das sich mitteilen will.

Eine vorsichtige Rückbindung: Freier Wille, einmal verliehen, kann per Definition nicht restlos vom Ursprung vorherbestimmt sein – sonst wäre er kein freier Wille. Diese strukturelle Notwendigkeit hat eine entfernte, aber nicht beliebige Familienähnlichkeit zu der irreduziblen Unbestimmtheit im Innersten der Materie, wie sie die Physik beschreibt. Ein Kosmos, der Freiheit ernst meint, müsste an seinem Grund etwas haben, das sich nicht restlos berechnen lässt.

12. Die Zahl der „ES“: Aristoteles' Vielheit und die Galaxien

Wesentlich erscheint: Der Weg, den Aristoteles geht, führt ins Monotheistische – auch wenn es nicht gewollt ist. Tatsächlich bestätigt die Philosophiegeschichte das deutlicher, als zunächst vermutet: Im 8. Kapitel von Metaphysik XII geht Aristoteles von einer Vielzahl unbewegter Bewegter aus – gestützt auf die astronomischen Modelle von Eudoxos und Kallippos rechnet er 47 oder 55 solcher Bewegter, einen für jede Himmelsphäre. Am Ende desselben Buches jedoch bricht er diese eigene Vielzahl mit einem Homer-Zitat ab: „Die Herrschaft vieler ist nicht gut; einer sei Herrscher.“ Er zieht, nachdem er selbst kosmische Vielheit etabliert hat, reflexhaft zur Einheit zurück, ohne diesen Schritt zu begründen (*Aristoteles, Metaphysik XII.8, 1074a–1076a*). Genau diese Stelle haben spätere islamische und scholastische Kommentatoren (Avicenna, Thomas von Aquin) zur vollen monotheistischen Lehre ausgebaut.

Die Frage, wie viele dieser „ES“ es gibt, wird hier mit der Anzahl der Galaxien beantwortet, die uns als numerische Platzhalter am irdischen Firmament gezeigt werden – eine Rückkehr zur ursprünglichen, pluralen Aristoteles-Version vor dem Homer-Zitat, nur auf kosmische Maßstabsebene gehoben: nicht mehr eine Sphäre pro Bewegter, sondern eine Galaxie pro Ursprungsprinzip. Das wirft pädagogisch ins reale Leben zurück – und das ist richtig so: Jede Tradition, die mit kosmischen Größenordnungen arbeitet, steht vor derselben Gefahr, sich in der Weite zu verlieren; dass die Bewegung am Ende zurück ins gelebte Leben führt, ist die in nahezu allen ernsthaften Traditionen erkennbare Korrekturbewegung.

13. Nachtrag: zwei Kleinste, drei Strömungen

Kernpunkt 1. Der Quantentetraeder ist das Kleinste der Geometrie – ein Quantum des Raumes selbst. Er ist nicht das Kleinste der Materie: Das Standardmodell beschreibt Elementarteilchen als punktförmig, ohne geometrische Ausdehnung. Es gibt im gegenwärtigen Mainstream-Bild zwei getrennte „Kleinste“ – das geometrische (zuständig für den Raum) und das materielle (zuständig für Materie) –, die nicht ohne Weiteres dasselbe sind.

Kernpunkt 2. Drei Strömungen stehen sich hier gegenüber, jede ernsthaft vertreten: die trennende Position (Rovelli, Mainstream-LQG) – dieselbe Technik, aber kein Beweis für Einheit; die vereinheitlichende, geometrisierende Position (Kaluza-Klein, Wheelers Geometrodynamik – „mass without mass, charge without charge“ –, teilweise die Stringtheorie, wo Materie als Schwingungszustand eines geometrischen Objekts erscheint); und ein dritter Weg innerhalb der Schleifentheorie selbst – Sundance Bilson-Thompsons Vorschlag, Elementarteilchen als geflochtene topologische Strukturen im Spinnnetzwerk zu deuten, Materie als Topologie des Raumes, nicht als etwas ihm Hinzugefügtes. Keine dieser drei Positionen ist experimentell entschieden. Alle drei sind gangbar.

14. Schlussbild: der gordische Knoten und der tanzende Mittelpunkt

Als Sinnbild für diesen ganzen Gedankenprozess wurde der gordische Knoten genannt – präzisiert: nicht das Zerschneiden verworrener Fäden war gemeint, sondern der Schwertschlag als solcher, der Akt, „einen Punkt zu machen“. Die Entscheidung, etwas in die Schwebe zu verlagern, sich mit dem Unbestimmten und Unfertigen für den Moment zufriedenzugeben und die gewonnenen Erkenntnisse als „Diamantensplitter“ zu bewahren, ist der befreiende Prozess ohne Zerstörung. Die Fäden bleiben ganz; der Schlag markiert nur den Moment des bewussten Aufhörens – näher an einem Satzzeichen als an einer Waffe.

Der tanzende Mittelpunkt in seiner Lebendigkeit ist, am Ende dieses Weges, ein Schatz – einer, der sich dadurch auszeichnet, dass er sich nicht heben lässt, ohne aufzuhören, Schatz zu sein.

Quellenhinweise

- E. Bianchi u. a.: *Coarse Graining Spin Foam Quantum Gravity – A Review*, *Frontiers in Physics* (2020)
- *Elementary blocks of Loop Quantum Gravity*, *arXiv*
- *Effective Spin Foam Models for Lorentzian Quantum Gravity*, *arXiv*

- *L. Freidel, E. Livine: Holomorphic Factorization for a Quantum Tetrahedron*, arXiv:0905.3627
- *A. Ashtekar: A Short Review of Loop Quantum Gravity*, arXiv:2104.04394
- *C. Rovelli: Zakopane Lectures on Loop Gravity*, arXiv:1102.3660 (Fußnote zur Vereinheitlichung)
- *G. Jaeger: Quantum potentiality revisited*, *Phil. Trans. R. Soc. A* 375 (2017)
- *W. Heisenberg: Physics and Philosophy*, Kap. „The Copenhagen Interpretation“ (zu potentia)
- *Aristoteles: Physik*, Buch VIII; *Metaphysik* XII.8, 1073a–1076a
- *J. A. Wheeler: Geometrodynamics* (1962); *Th. Kaluza* (1921), *O. Klein* (1926): zur geometrischen Deutung von Materie/Kraft
- *S. O. Bilson-Thompson: A topological model of composite preons*, arXiv:hep-ph/0503213