

Weihnachtsvorlesung WS15/16

In welcher Kulturepoche lebt Schrödingers Katze?

Detlef Dürr, Institut für Mathematik, LMU

1 Hochgeehrte Anwesende

Mit dieser Anrede begann Professor Ludwig Büchner jede seiner sechs Vorlesungen über die philosophische Weltansicht seiner Zeit.¹ Ludwig Büchner ist der jüngere Bruder des Schriftstellers Georg Büchner (vielleicht ist Ihnen das berührende Bühnenstück “Woyzeck” ein Begriff). Ludwig Büchners Vorlesungen sind in der Zeit um 1860 verfasst. Er bringt die Tradition des englischen Physikers Tyndall nach Deutschland, der den englischen Kohlearbeitern die gegenwärtige Situation der Wissenschaft nahe brachte—denn für wen sonst wird Wissenschaft betrieben, wenn nicht um allen Menschen Verständnis über den Kosmos und damit über den Menschen selbst zu bringen. Besser: Er erklärte allen interessierten Menschen die Eigenheiten der Kulturepoche in der sie gerade lebten. Solche Menschen gab es viele, denn es gab weder Internet, noch Fernsehen, noch Radio. Man sprach miteinander.

Mein Bemühen in meinen Weihnachtsvorlesungen, deren letzte die Heutige ist, war stets, den Studierenden eine Hilfestellung zu geben, in sich zu gehen und sich zu fragen: Was will ich wissen, was soll mein Weg sein, warum überhaupt bin ich, was ist meine Rolle in diesem Kosmos, kurzum: Warum studiere ich Physik? Ein häufig behandeltes Thema war die verdammte Quantentheorie, mit ihrer unehrfürchtigen hochnäsigen Dummheit, die sich anmaßte, ein Weltbild zu vermitteln. Ich wollte die Studierenden warnen, sich diesem Weltbild zu ergeben, erstens weil es keines ist und zweitens weil die Studierenden ein Recht auf Bildung haben. Quantentheorie ist Unbildung. So hart und unnachgiebig habe ich in den Anfängen meiner Zeit hier formuliert. Jetzt bin ich am Ende meiner Lehrjahre und ich will in dieser letzten Weihnachtsvorlesung in mich gehen und fragen: Habe ich unserer Kulturepoche unrecht getan, habe ich den Studierenden in Wahrheit keine Hilfestellung gegeben und mich nur in lutherischer Manier über einen vermeintlichen Unverstand ergießen wollen, um mich selbst rein zu waschen? Meine ersten Vorlesungen über unsere Kulturepoche waren polemisch, einer der Titel war: “Schrödingers Katze oder wie kommt der Irrsinn zustande?” und meine Aussage war, dass das 20. Jahrhundert dunkler als das Mittelalter war. Keine Sorge, Sie leben jetzt im 21. Jahrhundert. Ich habe mir vorgenommen, versöhnlicher zu Ihnen zu sprechen.

¹Sechs Vorlesungen, Ludwig Büchner, Verlag von Theodor Thomas Leipzig 1868

2 Frühere Kulturepoche

Ich kehre zuerst zu Büchner zurück, den ich als Zeugen seiner Zeit sehr ernst nehme. Er beschreibt das Weltverständnis seiner Epoche, nämlich den Materialismus und Positivismus. Es ist die Zeit der Darwinschen Evolutionslehre und sie kommt mit der Überwindung des sogenannten deutschen Idealismus, der im 18. Jahrhundert mit Kant begann, und mit Fichte bis Hegel ihren Höhepunkt fand. Diese deutsche Philosophie, die dem Leser zuerst die unbändige Freude der Schreiber vermittelt, nicht endend wollende Sätze zu Papier zu bringen, und dann dem nachdenklichen Leser weismachen will, dass der nicht endend wollende Satz eine eigene, nämlich eine "Ich selbst" Empfindung ist, und dass das Ding an sich, das Ding, aus dem Tinte, Papier und alles Materielle letztlich gemacht sind, ein Hirngespinnst ist. Mit der Wiederkehr des Materialismus wurde das als als gehobener Unsinn verachtet.

Warum Wiederkehr des Materialismus? Weil im 17. Jahrhundert ein neues Aufblühen der Physik begann, deren Blüte 2000 Jahre zuvor verdorrt war. Diese Blüte war die mathematische Naturbeschreibung Keplers, Galileis und Newtons, wobei man den Namen des großen Denkers Leibniz nicht vergessen sollte. Die Welt der Materie gehorchte einem in mathematischen Symbolen ganz kurz formuliertem harmonischem Weltgesetz, dem Newtonschen Gravitationsgesetz der Massenanziehung. Der dunkle Heraklitus würde sagen: "Seht her, das ist Ausdruck des Logos von dem ich vor 2000 Jahren sprach. Kommt ihr wenigstens jetzt zu einem Verständnis meiner Rede?" Die Newtonsche Gravitation begründete eine atomistische materielle Weltansicht, denn die Materie bestand aus Teilchen, Punktteilchen, in vorsokratischer Zeit Atome genannt. Die Atome bildeten das Körperliche, äußerer Verursacher unserer Wahrnehmungen.

Für Kant aber waren die Atome ein metaphysischer Unsinn, allein das innere Empfinden, und deren Buchhaltung durch den Verstand, zählte für Kant und für die nachfolgenden Idealisten. Es ist gar nicht einfach, hier einen roten Faden der geistigen Entwicklung aufzeigen zu können: Da gibt es bereits im 13. Jahrhundert z.B. Roger Bacon, der die Naturbeschreibung auf eine empirische Methodik zurückführen will, d.h. auf das Experimentieren, sein Namensvetter Francis Bacon², unterstützt diese Sicht 3 Jahrhunderte später und man schreibt ihm die eigentlich aus den Klöstern kommende Maxime "Wissen ist Macht" zu, die der Alchemie zu Ansehen verhilft. Dann tritt im frühen 18. Jahrhundert die Erkenntnis hinzu, dass es ja nur unser Bewusstsein ist, dass die Sinneseindrücke empfängt und verarbeitet, und Bischof George Berkeley kann nicht umhin, den Spieß umzudrehen, und zu sagen, dass die vermeintliche Außenwelt erst durch unsere Sinnesempfindungen geschaffen wird: "esse est percipi" (Sein ist wahrgenommen werden), was man so oder so verstehen kann. Am Ende zählen nur noch Bewusstseinsempfindungen und die führen zum Kantschen Denkbehelf, dass der Verstand nur mehr Sinneseindrücke zu organisieren hat. Was aber die Sinneseindrücke bewirkt, das "Ding an sich", hatte hier nichts mehr zu suchen, weil es keine Arbeit leistete.

²Baco von Verulam

Aber gut, zu Büchners Zeit war das alles überwunden und der Materialismus hatte die Oberhand, der Materialismus, gepaart mit Empirismus und mit einer gehörigen Portion Nichtselbstbewusstsein. Im 18. Jahrhundert schrieb nämlich de la Mettrie ein zu der Zeit einflußreiches Werk: "l'homme machine" worin das Problem des Verstandes in seiner Kopplung an die Materie (man kann dies ruhig das Körper Seele Problem nennen) eine einfache Lösung fand: Es ist das Wesen von Materie, Empfindungen zu haben, möglicherweise erst offenbar so, wenn die Ansammlung und Bewegung von Atomen komplex genug ist. Darwin, der in seiner Entwicklungsgeschichte des Menschen sich auch zum Bewusstsein äußern muss, formuliert etwas vorsichtiger, und klammert am liebsten die Frage nach dem Entstehen des Mentalen schlechthin als Biologe einfach aus. Er schreibt³

The higher intellectual powers of man, such as those of ratiocination, abstraction, self-consciousness etc. probably follow from the continued improvement and exercise of the other mental facilities.

Jedenfalls führte all das (und nicht minder dazu beigetragen hat die Menschwerdung Gottes im Christentum) zur Überzeugung, dass die Welt sich für den Menschen entwickelt hat und dann in der höchsten Entwicklungsstufe des Menschen von den Menschen komplett beherrscht wird. Und weil die Kirche als Vertreterin der Religion sich für eine ganze Zeit lang durch Kreuzrittertum und Inquisition sehr unbeliebt gemacht hatte, wurde Gott gleich mit abgeschafft und durch die Weisheit aller Menschen ersetzt. Kurz gesagt, der Kosmos ist für die Menschen-Gemeinschaft da, damit sie sich darin zu einer vollkommenen Menschen-Gemeinschaft entwickeln kann. Grundprinzip ist dabei die Menschenliebe und die Erkenntnis. Büchner sagt das so⁴

Das ganze muss demnach als eine durchgreifende Zurückführung des Göttlichen auf das Menschliche angesehen werden, und zwar nicht bloß in theoretischer, sondern,...., auch in ganz practischer Weise.

Der Begründer dieser positivistischen Religion ist Auguste Comte, ein Mathematiker. Das Begriff Positivismus soll wirklich die positive Sicht, die positive Entwicklung, die Zuversicht auf eine glückliche Menschen-Gemeinschaft ausdrücken.

Und die den Kosmos erfüllende Göttlichkeit, im Sinne Goethes oder Spinozas, die Gesamtvernunft oder der Heraklitsche Logos wird durch das *Grand-Être* ersetzt. Das ist die Sammlung aller großen Gedanken, Empfindungen und Taten der Menschheit, die Vergangenheit und Zukunft mit umfassend.

Das Grand-Être verjüngt sich in jeder neuen Generation, und die einzelnen Geschöpfe sind nur seine vorübergehenden Organe oder Diener. Das Grand-Être hat die Erde als ihr Theater und sie sind

³The Descent of Man, General Summary and Conclusion, S. 592 in der Ausgabe von 1952 der Encyclopedia Britannica, Inc

⁴S.23: Ludwig Büchner: Aus Natur und Wissenschaft, Verlag von Theodor Thomas, Leipzig 1868

die einzigen unserer Erkenntnis wirklich zugängigen Dinge und lassen keinen Raum für irgendeine äußere oder übernatürliche Dazwischenkunft (Robinet⁵).

Eine kurze Unterbrechung sei im Hinblick auf unsere Zeit erlaubt: Man kann zur Zeit nur sehr gekünstelt von einer positiven Entwicklung der Menschheit reden, aber wenn sich die Menschheit selbst abschafft, und deren Fortentwicklung in I-Phones der S-Klasse, Nummer weiß der Teufel was liegt, und das Grand-Être als umfassendes Wikipedia angebetet wird, das alle Erkenntnisse und alles Wissen (und leider auch alles Unwissen) in sich aufgenommen hat, dann steht möglicherweise einer positiven Weiterentwicklung nichts im Wege. Dann braucht selbst Siri nichts mehr zu sagen, denn alles ist dann Teil des Grand-Être.

Nun fragen Sie sich zurecht, was hat all das mit unserer Kulturepoche und Schrödingers Katze zu tun? Das will ich Ihnen sagen. Der Positivismus nahm Ende des 19. Jahrhunderts nämlich eine Wandlung zum Neopositivismus. Der ist eine Mischung aus allem, was bisher auf dem Tisch war: die empirische Methode, also einerseits das Experimentieren in der Natur, aber dann andererseits doch die Suche nach einer Beschreibung nur der Sinneswahrnehmung, und das ernst nehmen des “esse est percipi” des Bischofs. Die Beschreibung sollte besonders effizient, also im Sinne von Ernst Mach, ökonomisch geschehen, damit es wenigstens etwas von einem Gesetz hat. Physik wird also Denkökonomie des sinnlich Gegebenen. Aber nun sollen wir alle, zumindest wir alle Studierenden oder sonst irgendwie Auserwählten, am gleichen Grand-Être hängen, deswegen muss das Denken mitteilbar sein. Das geschieht in Form von Sprache, in sogenannten Protokoll-Sätzen über deren Sinn und Wahrhaftigkeit man sich auch wieder ergießen konnte. Ist z.B. ein Protokollsatz wie: “Mit diesem Weihnachtsmann habe ich an dieser Steckdose einen Strom der Größe 10 Hoppla gemessen” ein ehrwürdiger Satz, der für das Grand-Être taugt? Wie formuliert man kurz und klar ernstzunehmende Sachverhalte, die Frage beschäftigte z.B. Leute wie Frege und Wittgenstein. Aber wir alle sind mit einem Protokollsatz wie: “Die Katze ist lebendig” zufrieden. Wir wissen, was das heißt und wir brauchen keinen Wittgenstein, um uns zu erhellen.

3 Unsere Kulturepoche

Wir sind jetzt im 20. Jahrhundert und in den ersten 30 Jahren wurde die Quantentheorie entwickelt, grob gesagt, die Theorie der Atome. Und wie jeder Entwurf einer neuen Physik wurde auch dieser von philosophischen Gedanken begleitet. Bei Galilei und Newton sowie Leibniz waren das nachvollziehbare und vor allem natürliche Gedanken, Galilei z.B. meinte dass das Fallgesetz, dass alle Körper gleich schnell fallen, Ausfluss reiner Logik sei, Experimente seien überflüssig, Newton setzte zur Formulierung seiner Gravitationstheorie einen absoluten Raum voraus und ärgerte sich über die Gravitationskräfte, die unvermittelt zwischen Massen wirkten. Leibniz z.B. kritisierte den absoluten Raum

⁵zitiert von Büchner in *Aus Natur und Wissenschaft* cit.loc.

als wahrlich unphysikalische Setzung.

Wie war das nun bei der Quantentheorie? Aus möglicherweise neopositivistischen Gründen sollte erst einmal die Materie als fundamentales Sein ausgedient haben. Eine solche Metaphysik, in der Materie Teil der physikalischen Beschreibung ist, nannte man klassisch. Quantentheorie war über Anderes, aber worüber genau? Werner Heisenberg kommt wie folgt zur Sache⁶:

Wenn man sich darüber klar werden will, was unter dem Ort des Gegenstandes, z.B. des Elektrons zu verstehen sei, so muss man bestimmte Experimente angeben, mit deren Hilfe man den Ort des Elektrons zu messen gedenkt, anders hat dieses Wort keinen Sinn...
Heisenberg 1927

Da sehen wir die experimentelle Methode der beiden Bacons und wir sehen die protokollierte Sinnhaftigkeit von Worten, d.h. der zum Experiment gehörige Protokollsatz "Das Resultat des Experimentes ist.." gibt einzig dem Wort "Ort des Elektrons" Sinn. Das hört sich gelehrt an. Aber was nun, wenn ich nicht a priori weiß ob es Objekte gibt, die man Elektronen nennt und die einen Ort haben, wie soll ich jemals ein Experiment angeben können, dass diesen Ort misst. Wie kann ich etwas messen, was nicht existiert?

Darauf würden Bohr und Heisenberg mir sagen: "Mein lieber Freund, Du denkst immer noch klassisch, obwohl wir Dir das verboten haben. Es ist die Messung selbst, die und nur die uns erlaubt zu sagen: Das Elektron hat einen Ort." "Vielen Dank", sage ich, "nun verstehe ich, es müssen also erst einmal alle Messgeräte und alle Gerätschaften eines Experimentes vorab gemessen werden, damit sie Teil des Kosmos sind. Dann müsste auch der Anfang des Johannes Evangeliums ebenso wie der Anfang in Goethes Faust neu geschrieben werden: *Am Anfang war das Wort, nein, wie sag ich es richtig, am Anfang war ein Messgerät und ein Wort, das ausspricht, was man mit dem Messgerät misst*" "Nein, nein, Du verstehst immer noch nicht, *du musst erst einmal Philosophie, Juri-sterei and Medizin, Und leider auch Theologie durchaus studieren, mit heißem Bemühn.* Vom Messapparaten reden wir nicht. Wir reden vom Beobachter, und jetzt sei ruhig und rechne, denn das ist alles was Du tun sollst!"

Also die Bohr-Heisenbergsche Quantentheorie ist dem Kant zugetan, was zählt ist der Sinneseindruck eines Beobachters. Nicht Messgerät sondern Beobachter. Der schafft Fakten. So sagt der wahre Heisenberg⁷:

Der Übergang vom Möglichen zum Faktischen findet also während des Beobachtungsaktes statt. Wenn wir beschreiben wollen, was in einem Atomvorgang geschieht, so müssen wir davon ausgehen, dass das Wort "geschieht" sich nur auf die Beobachtung beziehen kann, nicht auf die Situation zwischen zwei Beobachtungen.

Nun sind Bohr und Heisenberg Physiker und haben nicht die Zeit, diese nicht endend wollenden Sätze der Kantianer zu schreiben. Es entsteht stattdessen ein

⁶Heisenberg 1927 aus Zeitschrift für Physik **43**, S.172

⁷Werner Heisenberg, Physik und Philosophie, Ullstein Frankfurt (1959) S. 37

Regel-Rechenwerk, was wann in welcher Situation zu tun und zu rechnen ist, und was nur mit Hilfe einer gelehrten Phraseologie den Anspruch verteidigen kann, eine Theorie der Natur zu sein.

Sie alle kennen die sogenannte Debatte um die Quantentheorie, sie alle kennen den Begriff der Interpretationen der Quantentheorie und sie alle mögen sich fragen, worum es da eigentlich geht. Es geht einzig um die Frage, worüber Quantentheorie ist. Ist es über mein Befinden, oder besser meine Empfindungen, ist es über Ihre Empfindungen, ist es über eine Welt außerhalb unserer Empfindungen, ist es nur eine neue Sprache, deren Grammatik unlogisch ist? Für die Naturphilosophen eröffnete sich eine unbegrenzte Spielwiese, für alle war genug Platz, für jene, die mit der Heisenbergschen Unschärfe Relation befanden, dass Kant ja so recht gehabt hatte, die Metaphysik der Atome aus der Welt zu schaffen und jene die den Glauben an ein Sein, das auch unabhängig von Beobachtung existiert, nicht aufgeben wollten. Letztere waren in der Minderheit, und so beschreibt der Wissenschaftstheoretiker Imre Lakatos die Situation⁸:

In the new, post-1925 quantum theory the 'anarchist' position became dominant and modern quantum physics, in its 'Copenhagen interpretation', became one of the main standard bearers of philosophical obscurantism. In the new theory Bohr's notorious 'complementarity principle' enthroned [weak] inconsistency as a basic ultimate feature of nature, and merged subjectivist positivism and antilogical dialectic and even ordinary language philosophy into one unholy alliance. After 1925 Bohr and his associates introduced a new and unprecedented lowering of critical standards for scientific theories. This led to a defeat of reason within modern physics and to an anarchist cult of incomprehensible chaos.⁹

Lakatos gebraucht harte Worte, um unsere Kulturepoche zu beschreiben und das ist gut so, denn ich selber wollte ja versöhnliche Töne anschlagen. Also ein Erklärungsversuch: Es wurde eine neue Theorie geschaffen, und das muss nicht so klar von statten gehen wie noch bei Kepler Galilei und Newton. Immerhin ging man mit dieser Theorie das Unsichtbare an, die Atome. Da kann man schon mal den einen oder anderen Unsinn sagen. Und wenn dann einem dieser Unsinn um die Ohren gehauen wird, dann ist man froh, dass das frühzeitig genug geschieht. War Erwin Schrödinger nicht früh genug mit seiner Warnschrift?

⁸Criticism and the Growth of Knowledge, p. 145, 1965

⁹In der neuen, nach 1925 Quantentheorie dominierte die anarchistische Position und moderne Quantenphysik, in seiner Kopenhagener Deutung, wurde einer der Hauptträger von philosophischem Obskurantismus. In der neuen Theorie krönte Bohr's notorisches Komplementaritätsprinzip (schwache) Inkonsistenz als das grundlegende ultimative Charaktermerkmal der Natur und vereinigte subjektiven Positivismus und unlogische Dialektik und sogar normale Sprach-Philosophie in eine unheilige Allianz. Nach 1925 führten Bohr und seine Mitarbeiter eine neue und nie dagewesene Erniedrigung der kritischen Standards von wissenschaftlichen Theorien ein.

4 Schrödingers Artikel

Erwin Schrödingers Artikel: *Die gegenwärtige Situation in der Quantenmechanik* erschien 1935 in der Zeitschrift *Die Naturwissenschaften*, Heft 48, Seite 52. Der Artikel ist in Schrödingers Manier mehr literarisch und anders als die üblichen physikalischen Mitteilungen, die Formel an Formel reihen. Schrödinger hatte 1926/27 anders als Heisenberg eine Beschreibung der Atome aus einer Wellengleichung gewonnen – in der geht es um eine Wellenfunktion Ψ . Dieses Ψ ist eine Funktion auf einem sehr hochdimensionalen Raum. Wenn Sie es genau wissen wollen, der hat in der Regel viel mehr als 10^{24} Dimensionen, aber nicht so im Quantenmechanik-Textbuch. Da sind es vielleicht 3 oder 6 und manchmal auch ein paar mehr Dimensionen. Schrödingers Beschreibung beinhaltet auch die damalige Heisenbergsche Matrizen Mechanik, darüber gibt es keinen Disput. Der Disput war über die Frage: Ist die Quantentheorie eine vernünftige Beschreibung der Natur, oder fehlen Bestimmungsstücke, die aus welchen Gründen auch immer weggelassen worden sind? Für Schrödinger war selbstverständlich klar, dass die Bezugnahme auf einen Beobachter, ein undefiniertes außerhalb der Theorie angesiedeltes Objekt oder Subjekt keinen Sinn macht.

Im Paragraph 5 des Artikels: *Sind die Variablen wirklich verwaschen?* nimmt Schrödinger die Idee auf, daß die Wellenfunktion die Materie selbst darstellt, die dann, auf Grund der Wellennatur der Wellenfunktion, “verwaschen“ ist. Diese Verwaschenheit wäre im atomaren Bereich akzeptabel, aber nicht in unserer groben Welt der Sinneseindrücke:

Man kann auch ganz burleske Fälle konstruieren. Eine Katze wird in eine Stahlkammer gesperrt, zusammen mit folgender Höllenmaschine (die man gegen den Zugriff der Katze sichern muß): in einem Geigerschen Zählrohr befindet sich eine winzige Menge radiokativer Substanz, so wenig, daß im Laufe einer Stunde *vielleicht* eines von den Atomen zerfällt, ebenso wahrscheinlich aber auch keines; geschieht es, so spricht das Zählrohr an und betätigt über ein Relais ein Hämmerchen, das ein Kölbchen mit Blausäure zertrümmert. Hat man dieses ganze System eine Stunde lang sich selbst überlassen, so wird man sagen, daß die Katze noch lebt, *wenn* inzwischen kein Atom zerfallen ist. Der erste Atomzerfall würde sie vergiftet haben. Die ψ Funktion des Systems würde das so zum Ausdruck bringen, daß in ihr die lebende und die tote Katze (s.v.v.)¹⁰, zu gleichen Teilen gemischt oder verschmiert sind. Das Typische an diesen Fällen ist, daß eine ursprünglich auf den Atombereich beschränkte Unbestimmtheit sich in einen grobsinnliche Unbestimmtheit umsetzt, die sich dann durch direkte Beobachtung *entscheiden* läßt. Das hindert uns, in so naiver Weise ein “verwaschenes Modell“ als Abbild der Wirklichkeit gelten zu lassen. An sich enthielte es nichts Unklares oder Widerspruchsvolles. Es ist ein Unterschied zwischen einer verwackelten oder unscharf eingestellten Photographie und einer Aufnahme von

¹⁰s.v.v.=sit venia verbo - lateinisch “man vergebe das Wort“

Wolken und Nebelschwaden.

Zu den beiden letzten Sätzen, die grundsätzlich entweder überlesen oder nicht verstanden werden: Denkbar ist eine Welt aus Nebelschwaden, eine verwaschene Welt, oder eine wabbelige Welt beschrieben durch eine Welle (auf einem hochdimensionalen Raum). Eine Welt aber, in der wir keinen scharfen Blick auf die Dinge haben, also unsere Sinneswahrnehmung auf Grund einer falsch bemessenen Brille verwaschen sind ist eine ganz andere Welt. In der ersten Welt kann eine Katze zugleich tot und lebendig sein, überhaupt braucht es diesen Unterschied gar nicht erst zu geben, in der zweiten Welt hingegen ist sie entweder tot oder lebendig. Welches meinen Sie ist die falsche Welt? Richtig, die erste, die verwaschene ist nicht unsere Welt, es kein gehobener Unsinn in unserer Welt, es ist einfach und klar nicht unsere Welt. Damit, so denkt man, ist die Sache erledigt, Bohr und Heisenberg haben rote Ohren bekommen und korrigierten folglich die Theorie.

5 Unsere Kulturepoche korrigiert

Aber nein, es scheint als wäre diese Kulturepoche noch durch eine andere Philosophie geprägt, eine die wir noch gar nicht besprochen haben. Es ist die mit dem Anwachsen der Massen der Menschen (ich meine hier das zahlenmäßige Anwachsen) notwendige technische Spezialisierung, die unsere Zeit am deutlichsten prägt, und ich kann nicht umhin noch einmal wie in vielen Weihnachtsvorlesungen zuvor jene Passage zu zitieren, die diese Kulturepoche charakterisiert: Schrödinger zitiert in seinem Büchlein “Humanismus und Wissenschaft” den spanischen Philosophen José Ortega y Gasset aus seinem Buch: *Der Aufstand der Massen* von 1929. Ortega sagt über den spezialisierten Wissenschaftler:

Er ist eine Person die, von allen Dingen, die ein wahrlich gebildeter Mensch wissen sollte, nur mit einer speziellen Wissenschaft vertraut ist, nein, sogar von dieser Wissenschaft nur den geringen Teil versteht, der seine Forschung ausmacht. Er kommt zu dem Punkt wo er erklärt, dass es eine Tugend ist, nichts von all dem zur Kenntnis zu nehmen, was außerhalb seines schmalen Horizontes liegt und verschreit die Neugier, die auf die Vereinigung alles Wissens gerichtet ist als dilettantisch .

Spezialisierung schafft Beschäftigung und unterdrückt kritisches Nachfragen, damit kommt Ruhe, Selbstzufriedenheit und Arroganz gegenüber Zweiflern. Die Sicherheit des eigenen Weges bietet das Grand-Être, der mainstream, der gemäß Definition niemals versiegen kann, anders als die Nebenflüsse, die sich dann und wann abzweigen aber dann versiegen. Nur ist nun das Grand-Être nicht von Menschlichkeit beseelt sondern vom technischen Fortschritt. Was also wurde aus Schrödingers Katze? Ich nenne drei der häufigst benannten Möglichkeiten:

Erstens. Nur ein Beobachter, so nach der Kopenhagener Deutung der Quantentheorie, kann Fakten schaffen. Was ist ein Beobachter? Einer der schnellen

Mitschwimmer im Grand-Être, nämlich, David Mermin, hat eine Antwort in Physics Today¹¹

Albert Einstein famously asked whether a wavefunction could be collapsed by the observations of a mouse. Bell expanded on that, asking whether the wavefunction of the world awaited the appearance of a physicist with a PhD before collapsing. The QBist¹² answers both questions with “no.” A mouse lacks the mental facility to use quantum mechanics to update its state assignments on the basis of its subsequent experience, but these days even an undergraduate can easily learn enough quantum mechanics to do just that.

Mermin, bekannt als einer der Verfechter der quantenmechanischen Vorhersage, dass es keinen Mond gibt, wenn niemand ihn anschaut, sagt hier so etwas wie: Die Katze hat nicht genügend Bewusstsein, um sich tot oder lebendig fühlen zu können. Das kann nur jemand, der wenigstens den Physik Bachelor hat. Wir schreiben das Jahr 2012 und Mermin ist respektierter Physiker. Gut, Descartes hätte ihm zugestimmt, eine Katze hat nicht genügend oder gar keine “res cogitans” sondern besteht nur oder zum größten Teil aus “res extensa”, d.h. Materie. Egal wie, hatte nicht Darwin die Zeit Büchners sehr stark beeinflusst, jener Darwin, der den Menschen aus niederen Lebensformen entstehend erklärte, und der selbst einer Katze ziemlich hoch entwickeltes Bewußtsein bescheinigte, das sich im Menschen dann unter Zuhilfenahme der Sprache weiterentwickelte? Katze oder Hund, ich bin meinem Hunde sehr ergeben, ich spreche mit ihr, und sie, nicht in gewähltem Deutsch, nein, in keiner Sprache, mit mir. Wer ihr Bewusstsein absprechen möchte, wer leugnen möchte, dass sie nicht um sich weiß, ist ein Banause. Soviel zu Mermin.

Zweitens. Was rede ich hier eigentlich? Was hat diese Bewusstseinsphraseologie überhaupt mit Schrödingers Katze zu tun? Was für ein gemeiner Kerl dieser Schrödinger war! Er setzt uns bewusst auf eine falsche Fährte. Warum nimmt er nicht einen handelsüblichen Geigerzähler? Wenn das Atom zerfällt, klickt er, wenn nicht, klickt er nicht. Also nach dem gegenwärtigen Stand der Quantenmechanik macht der Geigerzähler Klick und Nicht Klick, zugleich. Einen solchen Geigerzähler würde jeder von Ihnen postwendend an Amazon zurücksenden: Gerät defekt. Schlussfolgerung: Wir haben bestenfalls verwackelte Aufnahmen von der Natur, das unverwackelte Sein fehlt in der Beschreibung.

Drittens. Ich habe gerade die Rechnung ohne den Wirt gemacht, den Spezialisten. Die Techniker, die alles rechnen können. Die bemerken zuerst: Die Wellenfunktion, die eine tote Katze und eine lebendige Katze zugleich beschreibt besteht aus zwei Teilen. Ein Wellenteil ist eine Funktion von Atomorten der Katze, die sie tot liegend beschreibt und ein Wellenteil ist eine Funktion von Atomorten der Katze, die sie stehend und ihre Pfoten leckend beschreibt. Nebenbemerkung: Schrödinger, der die Wellenfunktion gefunden hat, wußte das. Nun rechnen die Spezialisten aus, dass es ungeheure Mühe, d.h. mehrere Milliarden Euros wenn das überhaupt reicht, kosten würde, diese beiden Wellenteile

¹¹Mermin, “Quantum mechanics: Fixing the shifty split” Physics Today, Juli 2012

¹²Meine Anmerkung: QUBism=Quantum Bayesianism=Physik IST Information

zu einer Welleninterferenz zu bringen. (Es sind mindestens 10^{24} Atome genauestens zu koordinieren.) Der Verlust von Möglichkeit von Interferenz nennt man Dekohärenz.

Nebenbemerkung: Schrödinger, der die Wellenfunktion gefunden hat, wußte das schon, ohne überhaupt rechnen zu müssen.

Und jetzt kommt der logische Schluss der Induktion: Wenn man die nicht zur Interferenz bringen kann, dann ist das gleichbedeutend damit, dass die Katze nun entweder tot oder lebendig ist, statt tot und lebendig. Alles nur eine Frage des Geldes.

Nebenbemerkung: Es ist genau an dieser Stelle, wo Schrödinger sich zurücklehnt und grinst: “Wie blöde könnt ihr eigentlich sein?”

Und weil ich mir versprach in dieser letzten Vorlesung versöhnlich zu sein, habe ich mir das Buch von dem Stringtheoretiker Brian Greene mit dem erstaunlichen Titel: “Der Stoff, aus dem der Kosmos ist”¹³ besorgt, weil ich mit eigenen Sinnen feststellen wollte, dass das folgende wahrlich so geschrieben steht, weil ich es mit meinem Wunsch, versöhnlich zu sein, nicht glauben wollte:

Wenn eine Quantenberechnung zeigt, dass eine Katze, die in einem geschlossenen Kasten sitzt, eine 50-prozentige Chance hat, tot zu sein, und eine 50-prozentige Chance, am Leben zu sein— weil es eine 50-prozentige Wahrscheinlichkeit gibt, dass ein Elektron einen Mechanismus auslöst, der die Katze dem Einfluss von Giftgas aussetzt, und eine 50-prozentige Wahrscheinlichkeit, dass das Elektron den Auslösemechanismus verfehlt—, lässt die Dekohärenz darauf schließen, dass sich die Katze nicht in irgendeinem absurden Mischzustand zwischen Tod und Leben befinden wird.

Das ist zwar einem Belletristik-Buch entnommen, aber er ist nun einmal ein Physiker, und deswegen ist die Mitteilung in diesen Zeilen bodenlos und unverzeihlich. Wie häufig hörte ich von ihm und von vielen Physikern: “Wir machen nur die mathematische Theorie, die Philosophen sollen uns sagen, was unsere Theorie bedeutet.” Was kann man dann mehr erwarten? Nun können Sie lesen was Sie wollen, Wikipedia (wenn Sie ordentlich Glück haben finden Sie dort gerade eine Erklärung, die etwas Sinn macht, aber die verschwindet dann schnell wieder), Textbücher über Quantenmechanik, philosophische Abhandlungen. In der Regel finden Sie Mysteriöses, das mit großer Freude und kraftvollen Worten zum Heiligtum der neuen Physik erklärt wird. Deswegen lässt die Frage: “In welcher Kulturepoche lebt Schrödingers Katze” eigentlich nur die versöhnliche Antwort zu: In einer Epoche des technischen Fortschritts, der Spezialisierung, einer Epoche ohne nennenswerte Kultur. Das ist besser als etwa die Kultur der Inquisition, aber nicht weniger dunkel. Gibt es Hoffnung auf eine neue Kulturepoche, ein Erwachen der Vernunft?

Nebenbemerkung: Man sagt heute nicht mehr Schrödingers Katze, sondern nennt es einfach Messproblem der orthodoxen Quantentheorie. Es ist ein Aus-

¹³Brian Greene (Der Stoff, aus dem der Kosmos ist, ISBN 3-88680-738-X, S. 247)

druck der fehlenden Ontologie. Es fehlen einfach die Bestimmungsstücke, die das Faktische beschreiben. Warnung: Dies hat nichts mit der Frage von verborgenen Variablen zu tun, die Frage ist nur ein weiterer Tiefpunkt einer nicht vorhandenen Kultur.

6 Abschied

Hochgeehrte Anwesende!

Es war mir in den letzten zwei Jahrzehnten immer ein von Hoffnung und Freude begleitetes Bedürfnis zum Jahresende über meinen Tellerrand zu schauen, und was ich an Wahrheiten sah, Ihnen, den Studierenden mitzuteilen. Philosophie erschien mir seit jeher als nichts anderes als eine gelehrte Phraseologie. Aber um unser westliches Verständnis des Kosmos in ihrer Entstehung und ihren Denkbehelfen einordnen zu können, musste ich zu den Anfängen gehen, das ist die vorsokratische Philosophie. Diese Bezeichnung ist inkorrekt, es ist nämlich genau genommen die erste Kulturepoche eines physikalischen Verständnisses des Kosmos. Das begann mit folgender Einsicht: Es gibt Sinneswahrnehmungen, das sind unsere Empfindungen, z.B. hören Sie mich sprechen, Sie empfinden Töne, von denen Sie annehmen, dass ich der Urheber bin. Riechen, schmecken, sehen, fühlen, das sind die Sinne. Was verursacht diese Wahrnehmungen? Naiv denkt man, da ist Ton, da ist Geruch, da ist Sichtbares, da ist Fühlbares. Diese Dinge sind in der Natur, sie sind Teil des Kosmos und diese Dinge gehen direkt in mein Hirn und machen meine Wahrnehmung. Das ist naiv und es ist genau diese Erkenntnis, die die vorsokratische Physik zur höchsten Blüte brachte. Sie, die Vorsokratiker verstanden, dass es eine Welt da draußen, das heißt außerhalb unseres Bewusstseins gibt, aber dass das Äußere nur durch unsere Sinne zu uns kommt. Aber was dieses äußere Sein, das Ontologische, wahrlich ist, das können wir mit unseren Sinnen nicht erfassen. Wir hören den Atomisten Demokrit, der um 450 vor Chr. lebte. Er sagt¹⁴

Es gibt zwei Arten von Erkenntnis, die eine ist echte Erkenntnis, die andere ist schattenhaft. Zur Schattenhaften gehört all dies: Sehen, Hören, Riechen, Schmecken, Tasten. Die andere, die echte, ist von dieser gänzlich gesondert....wenn die schattenhafte nichts mehr vermag, weder noch genauer sehen, noch hören, noch riechen, noch schmecken, noch im Tasten wahrnehmen, wenn es aber doch auf noch viel Feineres ankommt... was dem Blick der Augen entgeht, dann wird das von dem Blick des Geistes noch bewältigt. (11)

Aber zugleich kommt die Warnung

In Wirklichkeit wissen wir gar nichts, denn die Wahrheit liegt abgrundtief verborgen. (117)

Das Ontologische, das Seiende, ist wenn überhaupt nur mit unserem Verstand denkbar. Es ist nicht sinnlich erfassbar. Aber der Verstand erdenkt das Sein,

¹⁴Die Demokrit Zitate sind bei H. Diels: *Die Fragmente der Vorsokratiker* zu finden. Die Nummern entsprechen denen in Diels

entwirft eine Theorie über das Verhalten des Seins, und die Bewegungen des Seienden, soll die Sinneswahrnehmungen bewirken.

Nebenbemerkung: Metaphysik bezeichnet die Physik des erdachten Seins, also in meinem Sinne Physik schlechthin. Ach, diese Philosophie mit ihrem Zwang zu Wortschöpfungen, die zu nichts nützen!

Es ist eine immer wiederkehrende Frage, wie das physikalisch geschehen soll, nämlich wie ist der Gang vom Ontologischen Verhalten zu unserem Empfinden ist. Darüber muss eine andere Weihnachtsvorlesung gemacht werden, und wie wir jetzt wissen, nicht mehr von mir. Deswegen ignorieren wir die Frage hier. Also, Sie erkennen, dass die Farbe rot, die Sie empfinden, kein Rotes Sein in der Natur ist, sondern eine Wellenlänge einer elektromagnetischen Schwingung, deren genauer Wert jetzt wirklich jegliche Romantik eines Lagerfeuers vernichten würde, aber Sie verstehen was gemeint ist. Die Vorsokratiker wussten nichts von Wellenlängen, aber das ist auch spezielles Wissen, es ist Teil einer fortentwickelten physikalischen Theorie, die hier nichts zur Sache tut. Aber sie wußten, was auf die Menschheit zukommen wird, wenn sie Natur verstehen will. Sie wußten, dass das Körper Seele Problem Bestand haben wird und sie wussten, dass keine langen Sätze notwendig sind um zu sagen was zu sagen ist:

Der Verstand sagt: Scheinbar ist Farbe, scheinbar Süße, scheinbar Bitterkeit, in Wahrheit nur Atome und leerer Raum.

Die Sinne antworten: Armer Verstand, von uns nimmst du deine Beweisstücke und willst uns damit besiegen? Dein Sieg ist dein Fall.

(125)

Ich fragte mich häufig in den vergangenen 2 Jahrzehnten meiner Lehre: Was ist seitdem an neuen Einsichten dazu gekommen? An prinzipiellen Einsichten, meine ich. Ich sehe nichts, was mich weiterbringen könnte. Nach wie vor sehe ich die Aufgabe vor uns, die äußere Welt mit unseren Denkbehelfen zu beschreiben, seien diese Materieteilchen oder Felder oder sonstiges Primitives. Ohne die Hypothese der Existenz der äußeren Welt kommen wir bestenfalls auf gelehrte Phraseologie, und wir lassen damit alle Menschen außen vor, die genau wie Sie, die Sie studieren dürfen, verstehen wollen, was es mit dem Kosmos auf sich hat, und warum wir verstehender Teil dieses wundersamen Kosmos sind. Wenn Sie statt Klarheit Mystizismus verbreiten und wenn Sie kein Weltbild mitteilen können, was allen Menschen einsichtig und schön erscheint, dann haben Sie Ihr Ziel, selbst etwas verstanden zu haben verfehlt. Vielleicht reicht es aber auch schon, wenn Sie erkennen, dass Ehrfurcht vor dem Kosmos, der von einem größeren Geist beseelt ist als dem menschlichen angemessen ist, um Freude an Ihrem Studium und Ihrem Lebensweg zu haben. Mit dem Wunsch, dass es so geschehen möge, verabschiede ich mich.