

Das Feld des Zwischen — Quantenphysik und ihre Aspekte zur neuen Seinsdynamik

HASHI Hisaki

Grundriss

Die Dynamik von Quanten hat einige neue Perspektiven in der Physik und der Seinstheorie eröffnet. 80 Jahre nach der Etablierung der Unschärferelation Heisenbergs scheint es, dass im Fach Physik das "Rätsel" der Quantenwelt zum Großteil gelöst wurde. Allerdings gehören dazu noch einige offene Probleme, die für die Philosophie reich an Anregungen sind. In diesem Aufsatz wird einerseits versucht, essentielle Probleme der Quantenphysik in einer allgemein verständlichen Sprache wissenschaftstheoretisch zu behandeln. Andererseits ist folgende Aufgabe für die Philosophie unentbehrlich: In der Physik und Wissenschaftstheorie wird oft gesagt, dass Quantenerscheinungen *interpretationsbedürftig* sind. Die herkömmliche Seinslehre der Naturphilosophie (Monadologie von Leibniz, Erkenntnis zur modernen Physik bei Cassirer u.a.) hat ihre abgeschlossene, *system-interne* Logik. Manche Quantenerscheinungen lassen sich nicht durch ihre Logik ermitteln. Die Quantendynamik ist von der herkömmlichen Logik aus gesehen *system-fremd / system-extern*. Diese Teile können durch die Logik der anderen Kultur beleuchtet und erklärt werden. Der Schlüsselbegriff hiervon ist: das Feld des *Zwischen* — das Feld der *Leere*. Der Brennpunkt des Themas ist die *komparative Logik*.

Eigenschaften von Quantenerscheinungen

Die Erscheinung von Quanten ist durch die herkömmliche Grundkenntnis der Physik schwer erfassbar. In aller Kürze lässt sich dies im Folgenden darstellen:

a) Nicht prognostizierbares Phänomen von Quantum: Aus einem Quantum, das aus einer bestimmten Ausgangsposition an einen Wandschirm ausgesandt wird, ergibt sich jedes Mal eine unterschiedliche Erscheinung. Im Doppelspaltexperiment stellt man zwei Wände auf. Auf dem vorderen Schirm sind zwei Spalten offen. Der hintere Schirm ist mit einem lichtempfindlichen Material ausgerüstet. Beim Auftreffen eines Quantums erscheint ein heller oder halbdunkler Punkt auf der Platte. Jedes Mal wird das Teilchen auf einem unterschiedlichen Ort der Platte protokolliert. Man kann nicht voraussehen, wohin das emittierte Quantum hinfliegt.

b) Diskretum und Kontinuum (Wellen-Teilchen-Dualismus): Aus einem

emittierten Quantum kann es eine wellenartige Erscheinung auf der Platte geben. In der klassischen Physik ist eine Welle nichts anderes als eine *Erscheinung* der Materie (wie die Welle des Wassers), *nicht die Materie selbst*. Nun hat jedes emittiertes Quantum eine unterschiedliche Natur: Quantum als Teilchen (*Diskretum*), Quantum als Welle (*Kontinuum*). Bei der wiederholten Emission eines Teilchens erschienen auf der Platte mehrere Punkte mit unterschiedlicher Lokalisation. Im darauffolgenden erscheinen hellere und dunklere Streifen; die Interferenzbilder von Wellen und Teilchen.

c) Mehrere Möglichkeiten der wahrscheinlichen Lokalisation von Quantum: Im Doppelspaltexperiment ist folgende Erscheinung typisch. Wenn ein emittiertes Quantum als Teilchen durch eine der beiden Spalten durchkommt, ertönt ein Signal am Zähler hinter dem ersten Wandschirm. Wenn auch das Signal tönt, wobei das Teilchen einen hellen Punkt auf dem letzten Wandschirm hinterlässt, kann man damit nicht definitiv bestimmen, dass das Quantum dort auftritt. Denn im darauffolgenden Moment ist das Verhalten des Quantums unbekannt. Die klassische Auffassung der Lokalisation einer Materie gilt nicht im Phänomen der Quantenphysik. Weil ein Quantum aus der Emission desselben Ortes in verschiedene Richtungen fliegen kann, sagt man in der Physik, dass die Möglichkeit der Lokalisation eines Quantums an mehreren Orten sein kann. Wenn ein Teilchen am punktuellen Ort auf der lichtempfindlichen Platte protokolliert wird, ist die Spur eine der mehreren Möglichkeiten der Lokalisation eines Quantums. In der darauffolgenden Emission mag es sein, dass nicht ein Teilchen, sondern eine Welle auf dem Wandschirm protokolliert wird. Diese "Welle" ist (im Unterschied zur klassischen Physik) keine Begleiterscheinung einer Materie, sondern sie gehört zu *einer der dualen Naturen* von Quantum.

d) Aufspaltung, Umwandlung und Zufall eines Teilchens: Ein emittiertes Teilchen kann sich in zwei weitere Teilchen spalten. Einmal kann es in zwei Teilchen in derselben Art aufspalten. (Ein neutrales π Meson spaltet sich in zwei Photonen auf.) Ein anderes Mal spaltet es sich in unterschiedliche weitere Teilchen auf. (π Meson mit positiver Ladung spaltet sich in Neutrino (ν) und Mueon mit positiver Ladung (μ^+) auf.) Das aufgespaltene Teilchen kann in einer extrem kurzen Zeit verschwinden.

e) α -Zerfall und Tunneleffekt: Beim Zerfall eines Heliumatoms kann das α -Teilchen vom Atomkern emittiert werden, wobei die Wahrscheinlichkeit eines Durchkommens vom Atomkern den in der klassischen Physik verbotenen Wert zeigt.

Prinzip der Unschärferelation

Die Grundlage der Unschärferelation lässt sich in aller Kürze wie folgt formulieren: Zum Messen eines Quantums gehört die Regel, dass der Ort des

Elektrons nicht exakt gemessen werden kann. Zum Messen muss das Elektron von einem Lichtquant beleuchtet werden: Gerade durch diesen Stoß des Lichtquants bewegt sich das Elektron: Compton-Effekt. Der Impulswert des vom Compton-Rückstoß bewegten Elektrons kann ebenso nicht exakt gemessen werden. Der Ortswert und Impulswert werden einschließlich ihrer Unschärfe multipliziert. Diese ²⁾gleichet sich mit der Planckschen Konstante (Plancks Wirkungsquantum) aus: $\Delta p_x \cdot \Delta x \approx h$.

Theorie der Wahrscheinlichkeit

Die Lokalisation eines emittierten Quantums ist bis zum Auftreffen des Teilchens auf die Experimentieranlage unprognostizierbar. Im Experiment wird der punktuelle Ort des aufgetroffenen Teilchens und die Häufigkeit seines Auftreffens protokolliert. Jedes Protokoll ist eine der mehreren Möglichkleiten des gegebenen Zustands des emittierten Quantums. Die gesammelten Daten sind zugleich der Topos der physikalisch-mathematischen Wahrscheinlichkeitstheorie. Da der Ort und die Erscheinungsart des Quantums bis zum Messen unprognostizierbar sind, wurden einige Gedankenexperimente von den Physikern zur Diskussion gestellt.³⁾

Das Gedankenexperiment von Schrödinger

Das Gedankenexperiment von Schrödinger aus dem Jahr 1935 ist allgemein bekannt: In aller Kürze lässt es sich wie folgt wiedergeben⁴⁾: In einer Kammer ist eine lichempfindliche Anlage eingebaut. Darin ist eine Katze eingesperrt. Sobald das Teilchen auf die Anlage auftrifft, wird ein Hammer angehoben und zerschlägt ein Gefäß, das das Gift erhält. Es wird jedesmal nur ein Teilchen ausgesandt. Es ist jedes Mal nicht voraussehbar, ob es als Teilchen erscheint oder als eine Welle. Wenn es als Teilchen auf die Stelle trifft, betätigt sich der Hammer und zerschlägt das Gefäß mit dem Gift: Die Katze stirbt. Wenn das nicht der Fall ist, bleibt die Katze am Leben. Es ist im Experiment der Quantenphysik die Regel, dass die Erscheinung des Quantums als Teilchen oder Wellenkontinuum *erst beim Beobachten* erkannt wird. Aus einer hintereinander gegebenen Emission eines Quantums ergibt sich, dass das Teilchen jedes Mal an einem punktual unterschiedlichen Ort protokolliert wird. In der wiederholten Aussendung sind Interferenzbilder (wellenartige Streifen) ersichtlich. Ob als ein Teilchen (Diskretum) oder als Welle (Kontinuum), das protokollierte Quantum wird nicht als eine definitive Lokalisation der Materie, sondern als *wahrscheinliche* Lokalisation behandelt. Schrödinger zeigte diesen Punkt auf und folgert daraus, dass dem Beobachter bis zum *“Sehen”* niemals klar ist, ob die *“Katze”* tot oder lebendig ist. Wenn die Lokalisation des fliegenden Quantums nur mit der Theorie der Wahrscheinlichkeit protokolliert wird, ist der

(3) | *Das Feld des Zwischen — Quantenphysik und ihre Aspekte zur neuen Seinsdynamik*

Zustand der "Katze" bis vor dem Einblick in die Kammer "*sowohl am Leben als auch tot*". Letzteres ist absurd; hiermit sieht man: Die Substanz des Quantums als physikalisch Seienden bildet das Phänomen des Rätsels.

Die Variante des Denkschemas: "Wigners Freund"

Dieses Gedankenexperiment hat ein großes Echo ausgelöst. In der Theorie von Neumann und Wigner gibt es dazu eine Variante: Anstelle der Katze befindet sich in der Kammer ein Freund von Dr. Wigner. Sobald das Quantum als Teilchen auf die Anlage trifft, leuchtet die Lampe auf. Der Freund notiert jedes Mal, ob die Lampe leuchtet oder nicht. Um das Ergebnis zu erfahren, hat Dr. Wigner nur eine einzige Möglichkeit: Er soll seinen Freund telefonisch anrufen. Wigner hat durch diese Variante die These vertreten, dass das physikalische Sein des Quantums erst durch den Akt des menschlichen Subjekts, nämlich das physikalische Beobachten, klar gestellt wird. Die Behauptung dieser These hat bei Physikern Missverständnisse und Fehlinterpretationen verursacht, und zwar in die Richtung, dass das rigorose physikalische Experiment von einem *willkürlichen Akt des "Sehens" eines "metaphysischen Ich-Subjekts"* ausgeführt werden kann.

Kritische Denkansätze aus interdisziplinärer Sicht

M. E. nach gibt es in diesen Gedankenexperimenten einige konfuse Momente. Bei Schrödinger ist es jener Punkt, dass das Faktum auf der Mikro-Ebene (des fliegenden Quantums) mit dem Faktum der Katze auf der Mezo-Ebene ohne Reflexion assoziiert ist. Technische Schwierigkeiten, ob und wie weit ein Teilchen einen entsprechenden Stoß auf einen Hammer ausüben kann, darf man auf der Ebene des *Gedankenexperiments* auslassen. Man kann annehmen, dass alle technischen Schwierigkeiten überwunden wurden und dass die Anlage jederzeit betätigt werden kann. Philosophisch gesehen wird trotz allem folgendes Faktum *ohne Reflexion nur kurz* ausgeführt: Der Zustand der Katze, dass sie entweder am Leben oder tot ist, ist *zu dem Zeitpunkt* entschieden, als das Teilchen die Gifanlage mit dem Hammer betätigt. Die Wahrscheinlichkeit ist entweder X oder nicht X . Der Zustand von lebendig oder tot ist *nicht unmittelbar vom Akt des "Sehens"* des physikalischen Beobachters *abhängig*, sondern im Moment des Auftreffens des Teilchens wird entschieden. Dies geschieht unabhängig vom Akt des Sehens. Anstelle des "Sehens" eines Menschen kann man die Anlage mit einem Zähler ausrüsten, der unmittelbar nach dem Auftreffen des Teilchens ertönt. Beim tönenden Signal kann ebenso ein E-Mail an Dr. Wigner gesandt werden. – Die Freiheit des Willens, ob man das Ergebnis des Experiments sieht (überprüft) oder offen lässt, liegt sicher beim Beobachter. Der Wille zum Sehen des Beobachters und die funktional-logische Mechanik, dass das

Auftreffen des Quantums die Giftnalge betätigt – diese beiden Aspekte stehen nicht im kausallogischen Zusammenhang.

Die psychische Annahme, dass die Katze vor dem *“Sehen” sowohl lebendig als auch tot* sein kann, ist nur eine Möglichkeit der Vorstellung in unserem Bewusstsein, die faktisch *nicht wirklich* ist. Faktisch ist die Katze entweder am Leben oder tot, ganz unabhängig davon, wer sie sieht. Hier ist ersichtlich, dass in diesem ganzen Gedankenexperiment die *“Wahrscheinlichkeit in der Vorstellung unseres Bewusstseins”* und das konkrete Faktum des Zustands der Katze *gemischt behandelt* werden.

Das Problematische jenes Gedankenexperiments liegt darin, dass Quantum als mikroweltliche Erscheinung und das Geschehnis der Mezowelt (*“Katze”* u.a.) ohne logisch genaue Überprüfung vage zusammengeführt wurden: Dies wurde später von Schrödinger selbst gezeigt.⁶⁾ Bei manchen theoretischen Physikern ist dieses Problem mit dem Schlagwort des *“Heisenbergschen Schnittes”* gelöst⁷⁾: Dieses zeigt eben die Realitätskonzepte, nämlich die Unmöglichkeit, dass ein Quantum des Mikrophänomens nicht unmittelbar auf die Materie eines mezoweltlich Seienden Einfluss haben kann.

Dominanz der Akzidentalität

Das Faktum, ob das Lichtquant als Diskretum (Teilchen) oder Kontinuum (Welle) erscheint, kann nicht vorausgesehen werden. Jedes Protokoll bei der Experimentieranlage ist einer der mehreren Zustände des emittierten Quantums. Daher wird jedes Protokoll als Nachweis für *Wahrscheinlichkeit* behandelt. Folgendes Merkmal ist für die Quantenphysik typisch: Die Erscheinung von Quanten hängt davon ab, welche Stärke der Strahl des Lichtquants, wie groß die Öffnung des Spaltes ist, wie weit der Zähler von der letzten Wand entfernt ist usw. Die Zählanlage ist so eingestellt, dass sie unmittelbar beim Empfang eines einzelnen Teilchens ertönt. Wenn man den einen Spalt am zweiten Wandschirm verschließt, dann verschwindet das Interferenzbild aus den beiden Spalten (die Reduktion des Wellenpaketes). Wenn man den Strahl des Lichtquants so schwach wie möglich hält, erscheint das Zeichen des diskreten Teilchens: Das einzelne Lichtquant wird vom Zähler bzw. von der lichtempfindlichen Platte empfangen. Aus dieser Reihe der Beobachtung folgt,⁸⁾ dass sich die Teilchennatur *erst durch die Messung am Bildschirm einstellt*.

Einstein und Heisenberg

Die Physik des 20. Jhdts. wurde durch den Erfolg der beiden Theorien, Relativitätstheorie und Quantentheorie, gekennzeichnet. Interdisziplinär betrachtet, zeigen diese Theorien eine gemeinsame Grundlage, die sich von der herkömmlichen Physik unterscheiden. Das Merkmal der Relativitäts-

(5) | *Das Feld des Zwischen — Quantenphysik und ihre Aspekte zur neuen Seinsdynamik*

theorie lässt sich in aller Kürze wie folgt präsentieren: Der Wert des gemessenen Bezugskörpers ist im Unterschied zur klassischen Physik nicht eindeutig. Je nach dem Bewegungszustand ändert sich der Wert des gemessenen Bezugskörpers. Der Wert des Gemessenen hat im Verhältnis vom Messenden und Gemessenen eine proportional relative Änderung. Raum und Zeit sind nicht statisch gegebene Kategorien a priori, sondern jeder Bezugskörper hat je nach seinem Bewegungszustand seinen *Eigenwert* von Raumzeit.

In der Quantenphysik steht folgende Grundlage im Vordergrund: Dem Ergebnis eines Experiments liegt die Unschärferelation zugrunde. Selbst der Akt des Messens bewirkt den gegebenen Zustand eines Quants. Das Verhalten des Quants ändert sich je nach der Experimentieranlage. Das Messresultat ergibt sich aus dem relativen Verhältnis zwischen der Messanlage, der Ausrüstung der Experimentieranlage und dem gemessenen Quantum, dessen Zustand erst durch das Messen auf der Experimentieranlage eingestellt ist.

Gegenüber der klassischen Physik vertreten die beiden Theorien folgenden Punkt gemeinsam: Das Messergebnis kommt durch den Zusammenhang vom Messenden und Gemessenen. Einen eindeutig statischen Messwert wie in der klassischen Physik gibt es nicht.

Als Heisenberg in einem Gespräch mit Einstein sein neues Forschungsergebnis der Quantenphysik präsentierte, erwartete er unausgesprochen eine Zustimmung von Einstein. Entgegen seiner Annahme kam ein heftiges Argument von Einstein.⁹⁾ Dieser meinte, dass die Unschärferelation einen unterentwickelten Zustand der Quantenphysik zeigt. Der Ort und der Impuls eines emittierten Quants sollte nur exakt gemessen werden, genauso, wie es in der klassischen Physik die Grundregel ist. Wenn dies nicht gelingt, so liegt dies an der mangelhaften technischen Ausrüstung der Experimentieranlage. Einstein betont, dass ein ionisiertes Elektron in der Nebelkammer (Wilson-Kammer) eine eindeutig sichtbare Spur (Bahn) des sich bewegende Elektrons aufzeigt: Quantum als minimale Substanz der Materie kann man in der Weise als das *physikalisch Reale* bestimmen. Erstaunt erwiderte Heisenberg darauf: ‚Die Quantenerscheinung ist jedes Mal bei der Experimentieranlage unterschiedlich, wobei die reine Akzidentalität einen dominanten Anteil einnimmt. Konsistent sind für die Quantenphysik nur die mathematisch berechenbaren Daten und die daraus ableitbare Formel. Diese ist in der Quantenphysik nichts anderes als die Unschärferelation, dass der Ortswert und der Impulswert einschließlich ihrer Unschärfe durch die Multiplikation mit der Planck-Konstante (des Planckschen Wirkungsquants) annähernd übereinstimmen.‘ Dazu Einstein: ‚Mit der

Formel der Unschärferelation kann man alle Erscheinungen von Quanten mit einer Unbestimmtheit erklären. Damit ist die Möglichkeit zum Fortschritt der Quantentheorie ausgeschlossen. Die Unschärferelation ist eine Art der *Denkökonomie*, dass man eine unermessliche Erkenntniswelt mit einem minimalistischen Konzept zu interpretieren versucht.'

Herausforderung Heisenbergs durch Einstein

Quantenerscheinung ist ohne Einführung der Wahrscheinlichkeitstheorie nicht zu erklären. Die hintereinander erscheinende duale Natur von Quantum (Diskretum und Kontinuum) widerspricht der Auffassung der herkömmlichen Physik. Lebenslänglich war Einstein mit der Quantenphysik unzufrieden. 1935 veröffentlichte Einstein gemeinsam mit seinen Kollegen, Podolsky und Rosen, in "*Physical Review*" das berühmte Argument gegen die Quantenphysik: *Das EPR-Paradoxon*.¹⁰⁾ Den wichtigsten Teil kann man im Folgenden bekanntgeben:

Ein emittiertes Quantum spaltet sich in zwei Teilchen auf: q_1 und q_2 . Der Ort der beiden Teilchen ist bis zum Messen unbekannt. Erst wenn man eines hiervon, entweder q_1 oder q_2 , misst, kann man die Richtung der Bewegung und des Impulses des anderen Teilchens, q_2 oder q_1 , mit einer Wahrscheinlichkeit und Unschärfe bestimmen. Dazu argumentiert Einstein: 'Wenn ein *physikalisch Reales* (substantiell Reales) gemessen werden kann, hat dies eine bestimmte Zugehörigkeit zu Raumzeit, wo es lokalisiert ist. In der Quantenphysik ist bis zum Messen unbekannt, wohin das aufgespaltene Teilchen hinfliegt. Wenn die Teilchen q_1 und q_2 die *physikalisch real Seienden* sind, so muss das Teilchen q_1 zu seinem Ort R_1 , das Teilchen q_2 zu seinem Ort R_2 gehören. q_1 und q_2 sollten als zwei einander abgrenzende minimale Körper betrachtet werden. In der klassischen Physik ist das physikalisch Reale (substantiell Seiendes der Materie) ein solches, dass ein Körper gemessen wird, wobei sein Zustand keineswegs von einem anderen Körper beeinträchtigt wird. Wenn die Bewegungsrichtung des Teilchens q_2 erst nach dem Messen des q_1 bestimmt werden kann, dann ist q_2 dem q_1 zugehörig. Seine Bewegungsrichtung und sein Impuls können ohne Messprozess von vornherein bestimmt werden, nur wenn man q_1 misst. Wenn das so ist, sollte dazu keine Wahrscheinlichkeitstheorie notwendig sein, denn der Zustand q_2 ist eindeutig bestimmbar. In der Quantenphysik sagt man, dass selbst der Zustand von q_1 nur einer der mehrfachen möglichen Zustände ist, so dass das Messen ohne Einführung der Wahrscheinlichkeitstheorie nicht durchkommen kann. Dies sei ein Mangel der Quantentheorie. Wenn der Zähler zum Teilchen q_1 weit genug von dem Zähler q_2 entfernt ist, wird der Zustand von q_2 niemals durch die Messung q_1 gestört werden. Die beiden Teilchen q_1 und q_2 sollten daher als die beiden separierbaren Bezugskörper gemessen werden. (...)' usw.

Dieses Paradoxon hat ein großes Echo in der Welt der Physik und der Wissenschaftstheorie ausgelöst. Niels Bohr äußerte die Meinung, dass die aufspaltenden Teilchen q_1 und q_2 nur als ein komplementäres Paar gedacht werden können. Schrödinger beobachtete mit Staunen diese Quantenerscheinung und nannte sie "verschränkte Zustände"¹¹⁾. Unaufhörlich äußerte Einstein sein Leben lang die Argumente gegen die Quantentheorie. Karl Popper war interessanterweise eindeutig für die Seite Einsteins. Im EPR-Paradoxon ist eindeutig, dass sich Einstein auf der Vorstellung der klassischen Physik stützte: *das physikalisch Reale*, ein messbarer Körper, der beim Messen keineswegs vom Messgerät beeinflusst wird und der eine bestimmte Lokalisation in Raumzeit ohne Einführung der Wahrscheinlichkeitstheorie hat. Quantum ist aber kein solcher. Die Interpretation von Niels Bohr und Schrödinger ist heute verifiziert: Seit den 80er Jahren sind einige Experimente von verschiedenen Gruppen (Aspect, Kleinpoppen, Zeilinger) gelungen, die entgegen der Behauptung Einsteins die Stellung von Niels Bohr, Heisenberg u.a. bekräftigen. Die aufgespaltenen Teilchen erscheinen *als ein Paar*, auch wenn sie weit genug entfernt sind. Dabei ist nicht von zwei Teilchen als separierbaren Systemen die Rede, sondern einem *Paar von Doppelteilchen*¹²⁾. Die Einführung des Wahrscheinlichkeitsgedanke ist entgegen dem Einwand von Einstein für die Quantenphysik unentbehrlich.

Seinsauffassung des Aristoteles und ihre Elimination des Widerspruchs

Einstein war-entgegen mancher ungenauen Einschätzung von Physikalist - kein *Naturphilosophn*. Einige fragmentarische Äußerung von Einstein gegen die Raum- und Zeitanschauung Kants zeigt die Möglichkeit und Grenze eines Physikers zum Begreifen der philosophischen Ideen¹³⁾. Jedoch war Einstein in der Position eines reinen Physikers, an einer Aristotelischen Auffassung des Seins und Nicht-Seins und der daran gebundenen Elimination des Widerspruchs festzuhalten und diese Auffassung in aller Konsequenz der klassisch physikalischen Theoriebildung immer wieder begründen zu wollen.¹⁴⁾

Bekanntlich vertrat *Aristoteles* die Position, dass das Sein einer Wahrheitsaussage niemals zugleich mit ihrer Negation in einer Parallelität gehalten werden kann: Wenn diese Negation nachweisbar gemacht wird, muss die Richtigkeit der vorherigen Aussage als Widerspruch eliminiert werden: Dies ist der Kern des Satzes des ausgeschlossenen Widerspruchs. Der Begriff der Einheit bei Aristoteles wurde mit dem Sein der Wahrheit und der eindeutig widerspruchslosen Aussage hiervon bekräftigt. Dies zeigt sich bei Aristoteles in seiner Erklärung des Begriffes des Einen (Eins), wobei

Aristoteles gegenüber Platon die Exaktheit seiner Logik ausdrücklich darstellte. "Das Eine" zeigt bei Aristoteles vor allen Dingen den Grundzug, eine eindeutige Wahrheit mit einem mathematisch-logischen bzw. physikalischen Aspekt in allen Teilen nachweisbar zu machen. Dort, wo diese Eindeutigkeit fehlt, sind mehrdeutige Aspekte offen. Diese werden rigoros aufgezeigt. Sie müssen durch die präzise Logik¹⁵⁾ erläutert werden, bis sie in allen Teilen eindeutig aufgeklärt sind.

Die Auffassung des "*physikalisch Realen*" bei Einstein war in erster Linie eine Auffassung der Materie mit physikalischer Substanz: eindeutige Messbarkeit ohne Unschärfe, Unabhängigkeit von einem jeglichen anderen Bezugskörper. Zwar fehlt dabei eine philosophische Begriffsbildung der *ousia* bzw. *essentia*; jedoch zielt Einstein mit seiner unerhörten Härte auf die Elimination jeglichen Widerspruchs ab, der in der Theorie des "*physikalisch Realen*" bis zu seiner eigenen Relativitätstheorie durchgehalten wurde.

Das Eine bei Platon

Komparativ philosophisch gesehen hat Platon zur Auffassung des Einen ($\tau\acute{o}\ \acute{\epsilon}\nu$) eine völlig andere Position gegenüber Aristoteles vertreten. Geschichtlich muss man auf seinen Vorgänger, den Parmenides aus Elea zurückgreifen. Die bekannte Position des Parmenides war durch das Staunen über die Entdeckung der Wahrheit geäußert: Das Sein der unwiderlegbaren Wahrheit ist tatsächlich IST (seiend), dieser Tatbestand lässt sich niemals zugleich mit einer Negation (Nicht-IST) vertauschen. Auf der Suche nach einer unzerstörbaren Wahrheit sprach Parmenides aus: Das Sein und das Denken ist dasselbe.¹⁶⁾

Von diesem Prototypus der Wahrheitsaussage ausgehend, machte Platon einen beträchtlichen Schritt weiter. Im "Sophistes"-Dialog war von der Auseinandersetzung mit den Materialisten die Rede: Die Genannten hatten das Sein der Wahrheit nur am materiell ontisch Seienden anerkannt. Platon hingegen vertrat die Position, dass das Sein sowohl am materiellen, real ontisch Seienden als auch in den Ideen und Begriffen aufzuschließen ist.¹⁷⁾ Das Sein der Wahrheit am real Ontischen begleitet seinen Gegensatz, das Nicht-Sein desselben. Das Sein der Wahrheit einer bestimmten Idee begleitet ihren Gegensatz; das Nicht-Sein derselben. Diese Auffassung, dass das "Nicht-Sein" auch eine Wahrheit ausdrücklich vermittelt, war bei Parmenides aus Elea nicht gegeben. Die Einheit der Wahrheit wird bei Platon durch die Aufteilung und Zusammensetzung der beiden Dimensionen, materiell ontisch Seiendes und ideenhaft Begriffliches, neu konstruiert.

Im "Parmenides"-Dialog Platons wurde diese Position in Form des Dialogs des alten Parmenides aus Elea und Sokrates entwickelt. Platon ließ den alten Parmenides ableiten, dass das Sein des Einen niemals aus einem

einseitig bestimmten Aspekt ausgesprochen werden kann. Das Eine kann aus der Zusammenführung verschiedener Ideen behauptet werden. Jedoch ist dies eine Vielheit und Teilbarkeit, nicht mehr das Eine, Ursprüngliche. Das Eine kann am ontisch realen Seienden vorgestellt und mit einigen Prädikaten annähernd beschrieben werden; jedoch ist dies wieder eine Reihe von Attributen, nicht mehr das Eine selbst. Das Eine ist sowohl in der Welt der Empirie als auch in der Welt der Ideen auffassbar. Zugleich kann es weder in der Welt der bloßen Empirie noch in der Welt der bloßen Prädikation mannigfaltiger Attribute aufgefasst werden. "Das Eine" Wahre ist hiermit in mehrfache Dimensionen aufgefächert: Das Sein des real Ontischen, das Nicht-Sein desselben, das Sein des ideenhaft Begrifflichen, das Nicht-Sein des Gleichen, das Sein des Einen, das Nicht-Sein desselben (Nichts).¹⁸⁾ Jede Position der Wahrheitsaussage begleitet ihren Gegensatz als Nicht-Sein.

Das Eine ist sowohl durch real Ontisches als auch durch ideenhaft Begriffliches beschreibbar. Zugleich lässt es sich *weder* von einem Aspekt *noch* von der Zusammensetzung vieler Attribute beschreiben. Das Eine ist *weder teilbar noch unteilbar, sowohl beschreibbar als auch nicht beschreibbar*. Außerhalb dieser Dimension der ursprünglichen Einheit gibt es eine unermessliche Dimension der Teilbarkeiten, dass jede Position der affirmativen Wahrheitsaussage (das Sein) mit ihrer Negation (das Nicht-Sein)¹⁹⁾ begleitet werden kann.

Im "Sophistes"-Dialog ließ Platon den weisen Fremden aussprechen: Bei Fragen, ob das Weltall das Eine ist oder ob es eine zusammengesetzte Vielheit der mannigfaltigen Ideen ist, muss man beide erkennen. Philosophisch Denkende sind dazu geeignet, die Vielfalt der Gegensätze durch ihre Begründung klar zu erkennen. Das Sein der einen Position *und* das Nicht-Sein derselben sind durch die *entgegengesetzten* Aspekte begründbar. Philosophisch Denkende neigen dazu, die *beiden Positionen* mit ihrer klar logischen Begründung zusammenzuhalten, indem sie nach dem Einen Wahren begehren, "*wie Kinder danach begehren*".²⁰⁾

Nāgārjuna : Das Feld der Leere

Die Auffassung des "Einen" (des einen Wahren) war bei Aristoteles und bei Platon wohl unterschiedlich. Jene Auffassung des Einen des Platon war für Aristoteles inakzeptabel: Das Eine (der Wahrheit) ist *sowohl* eine unteilbare Einheit *als auch* eine endlos aufteilbare Vielfalt. Es ist mit vielen Attributen *beschreibbar* und *zugleich* lässt es sich *nicht beschreiben*.

Abgesehen von der unterschiedlichen Entwicklung der Historien und Kulturen gab es eine parallele Auseinandersetzung zum Begreifen und Aktualisieren einer ursprünglich unzerstörbaren Wahrheit. Im Folgenden gebe ich das Grundkonzept der *Leere* (śūnyatā) bei Nāgārjuna in komparativ-

philosophischer Sicht an.²¹⁾

In der Philosophiegeschichte des Abendlandes gibt es unausgesprochen eine Voraussetzung, dass die Wahrheit mit einem Seinssubstratum (*ousia, essentia*) verbunden ist. Fällt diese Substantialität weg, geht der Wahrheitsanspruch verloren. Ist ein Widerspruch in einer Aussage gegeben, so verliert der *topos* an Bedeutung. Diese Denkweise (die bei Aristoteles in einer besonderen Konsequenz vollzogen wurde) geht nicht für die Seins- und Erkenntnislehre bei Nāgārjuna. Die Aussage, dass ein Ding *A ist*, ist bei Nāgārjuna mit der scharf-einsichtigen Anschauung der gegebenen Realität verbunden: Das seiende Ding *ist*. Diesem *ist* liegt ein *Sein* zugrunde; so denkt man in der abendländischen Philosophie.²²⁾ Bei Nāgārjuna ist dieses Prinzip anders aufgefasst: Das Denken über das Sein wird im Bewusstsein des denkenden Menschen *projiziert*. Die Projektion ist in der *Temporalität* und entsteht grundsätzlich durch die Bedingung, dass das Sehende und das Gesehene in eine Relation zusammenkommen, wobei sowohl das Sehende als auch das Gesehene *niemals als substantielles Sein* bestimmt werden können. Dieser Teil ist manchen Kennern der abendländischen Philosophie schwer begreiflich, gerade weil sie beim "voneinander abhängigen Entstehen der Dinge" ein "substantielles Sein" von *A* und *B* als unentbehrlichen Grundsatz vorwegnehmen. Im komparativen Denken muss man gerade diese *unausgesprochene Voraussetzung* zum Problem stellen, wie folgt: Die Aussage, dass ein Ding *A ist*, ist bei Nāgārjuna unausgesprochen dem Phänomen der temporalen Wandlung unterworfen. Das, was gegeben ist, ist an die Möglichkeit des Wandels gebunden, dass es in der Temporalität vergeht, zerfällt und entschwindet. Dort, wo es vorher nichts gegeben hat, erscheint ein seiendes Ding. Entstehen, Werden, Vergehen und Entschwinden; Seiendes führt im Netz der Relationen der mitseienden Dinge diese Mannigfaltigkeit des Wandels. Selbst die Zeit hat diese Struktur. Der gegenwärtige Augenblick des Jetzt ist im darauffolgenden Augenblick nicht mehr derselbe. Der zukünftige Moment, den man gegenwärtig vorstellt, ist in wenigen Sekunden nicht mehr das Zukünftige, sondern das aktuell Gegenwärtige. Jeder Augenblick entsteht, hält sich kurz auf und verschwindet. Das sich fortsetzende Bewusstsein ist das Kontinuum, in dem jeder Augenblick als Diskretum von Moment zu Moment in einer Relation steht. Nun ist der Inhalt dieses kontinuierlichen Bewusstseins bei jedem Einzelnen im temporalen Wandel. Der Bewusstseinsinhalt vom vergangenen Zeitpunkt ist nicht eindeutig derselbe wie der der Gegenwart. Auch wenn derselbe Gedanke kontinuierlich im Bewusstsein gehalten ist, ist das gestrige Selbst – rein temporal gesehen – nicht mehr das gegenwärtige Selbst. Zwar ist dieser Augenblick in der Realität daseiend. Jedoch ist er zugleich in der Temporalität zu vergehen und verschwinden. Das Entstehen, Werden und

Entwerden samt ihrer endlosen Wiederholung; in dieser Dimension wurde die Wahrheit begriffen und zeigt sich als *Leere*. Denkende, die ausschließlich mit dem kulturgeschichtlichen Konzept des abendländischen “Nichts” (im Sinne von “nihil non”) verbunden sind, sollten folgende Umformulierung vornehmen: *Leere als schrankenlose Offenheit und dynamischer Wandel von Werden und Entwerden*.

Folgender Beleg von Nāgārjuna in “Mūlamadhyamakārikā” vermag die Reflexion und Einsicht zur Auffassung der Leere präsentieren: Angenommen, jemand geht auf einem Feld. Der Gehende geht; so möchte man sagen. Bei Nāgārjuna wird dies anders reflektiert: “Der Gehende geht nicht.” (*gantā na gacchati*.) Angeschaut wird ein real seiendes Phänomen des Gehenden. Der Mensch geht. Im intensiven Anschauen und Gewahren der Wirklichkeit, dass ein Mensch auf dem Feld geht, wird das “Gehen” fokussiert. Mitten in diesem Gewahren gibt es außerhalb dieses “Gehenden” kein weiteres Phänomen des “Gehens”: “Der Gehende” geht nicht.

Hier ist ersichtlich, dass im Denkvorgang bei Nāgārjuna unausgesprochen die zwei Dimensionen der Wahrheitsaussage differenziert sind: α) das “Gehen” als ontisch real Seiendes, und β) das “Gehen” als eine ideenhaft spekulative Kategorie. Fokussiert wird im Buddhismus in erster Linie die gegebene Realität des ontisch Seienden. Die spekulative Kategorie der Ebene β) folgt danach. Die Dimension β) ist nicht von der Ebene des real Seienden abgegrenzt. Dies ist ein eindeutiger Unterschied der Denkmethode von Platon und der von Nāgārjuna. Bei Platon sind die Empirie und die Ideenwelt durch die Entgegensetzung von *anabasis* und *katabasis* (Auf- und Abstieg zwischen der Ideen- und der empirischen Welt) klar abgegrenzt. Bei Nāgārjuna ist der Gehende seiend, real, aber *ohne substantielle Beständigkeit*. Dies lässt sich zwar als ein Begriff des “Gehenden” vorstellen. Zugleich ist dieser eine Projektion im Bewusstsein des Denkenden. Die Projektion ist mit dem temporalen Wandel *seiend* und *verschwindend*. Selbst die Zeit ist im Wechsel von Entstehen und Vergehen.

Nāgārjuna fokussiert folgende Realität: Es hat kurz vor dem Aktus des Gehens kein Gehen gegeben. Mitten im Gehen ist das Gehen aktuell, dies ist aber mit der Zeit bereits im Vergehen. Beim Aufhören des Gehens ist das Gehen nicht mehr. Der “Gehende” kann durch verschiedene Prädikate erläutert werden. Jede Erklärung hiervon ist mit dem Grundbegriff, nämlich der “Leere” der Substanz, verbunden. Manche Sprachwissenschaftler, die ausschließlich Wort für Wort der Aussageweise des Originaltextes folgen, meinen, dass jede Begrifflichkeit bei Nāgārjuna letztlich mit dem Grundkonzept der “Leere” gründlich geleugnet wird. Die ureigene Redewendung Nāgārjunas darf aber keineswegs so ausgelegt werden, dass Nāgārjuna einen Nihilismus, der alles mit nihil non verbindet, vertrat. Wenn

die "Leere" zugleich nihilistisches Nichts ist, so verweist die ganze Schrift *Mūlamadhyamakakārikā* zur Selbstvernichtung fortführen. Sie würde viele Worte verschwenden und letztlich den ganzen Inhalt mit nihilistischer Annahme leugnen. In Wirklichkeit ist es nicht so: Die ganze Erklärung der Leere dient dazu, eine unveränderliche Einheit-Ganzheit des *dharmā*, *nirvāna* u.a. mit dem Leitmotiv der *Leere* auszusprechen. Die Leere zeigt dabei die Grenze der jeweiligen Aussage und die Grenze der Sprache überhaupt. Die begriffliche Schranke der kategorischen Bestimmtheit wird durch die "Leere" aufgebrochen und führt den Denkenden zum klaren Gewahren der Wirklichkeit, dass *dharmā*, eine unermessliche Wahrheit des Unveränderlichen, an der *Grenze der Sprache* und dem gegebenen *So-Sein der Wirklichkeit* geklärt werden kann. Diese "Leere" hat prinzipiell eine völlig andere Dimension als das "Nichts" und der damit verbundene Nihilismus der abendländischen Philosophie.

Interpretation der Quantenerscheinung im Feld der komparativen Logik

Solange man am Sein der Substanz der physikalischen Materie festhält, wird jegliche "Interpretation" der Quantenerscheinungen konfus. Das *physikalisch Reale* bei Einstein basierte auf der klassischen Auffassung der Materie. Ihre Grundzüge sind voneinander unabhängige Messbarkeit, Zugehörigkeit einer materiellen Substanz zum bestimmten Ort im Raum, ihr eigenständiges physikalisches Bezugssystem u.a.: Sie wurden im EPR-Paradoxon thematisiert. Seitens der Physik wurde diese Problematik wiederholt untersucht. Im Stand der gegenwärtigen Physik ist eindeutig, dass die Unschärferelation Heisenbergs eine konsistente Grundlage der Quantenphysik bildet. Die Eigenschaft der Quanten ist – mit einem Wort der Philosophie – das *Nicht-Sein* der Geltung der klassischen Auffassung der materiellen Substanz. Eine *ousia*, *essentia* oder eine monadische Einheit als solche ist in der Quantenphysik nicht gegeben. Eine irreführende Interpretation in Richtung der "Mysterie der Quantenphysik" kommt häufig davon, dass der Interpret mehr oder minder an der herkömmlichen Auffassung der Substanz und Materie festhält und damit die Quantenerscheinungen zu behandeln versucht. Quantum als real ontische, beobachtbare Erscheinung ist in physikalischen Experimenten plausibel. Quantum als ein theoretischer Baustein der Atomphysik hingegen stimmt mit der herkömmlichen Auffassung der physikalischen Materie nicht überein. Das ontisch real, materiell Seiende *und* die begriffliche Auffassung der Ideen der Physik, die beiden Themengebiete wurden in der "Physik" des *Aristoteles* nach dem damaligen Stand der Naturlehre konsequent und eindeutig genug erörtert.²⁴⁾ Sucht man eine derartige Konsequenz in der Quantenphysik, so stößt man an

die Grenze. Zum Begreifen der Quantennatur ist die Orientierung der *Denkweise Platons* geeigneter: Man hat die Möglichkeit des Seins und Nicht-Seins der Wahrheit, die sowohl auf der Dimension der realen Erscheinung als auch auf der der Ideen überprüft und mit ihrer Vielfalt zusammengehalten werden kann. Bei *Nāgārjuna* steht das real Ontische mit dem ideenhaft Begrifflichen im Zusammenhang, wobei ihre substantielle Leere als Offenheit der Haltung der vielfältigen Anschauung anerkannt ist. Das, was durch das EPR-Paradoxon von Einstein u.a. nicht widerlegt werden konnte, gehört zur Quantennatur, die mit herkömmlichen Konzepten der substantiellen Materie grundsätzlich nicht fassbar ist. Dazu sollte die *Logik der Leere* von Nāgārjuna einen Denkanstoß geben.

Das Feld des mu

Nishida hatte an sich keine große Schwierigkeit zum Verstehen der Quantenerscheinung. Intuitiv, also ohne viele Fachkenntnis der Physik in Detail, sah er ein, dass mit der Quantenerscheinung der Standort des physikalischen Denkens zu einer Wende kam. Der Ort des Selbstgewahrens "mu" wurde bei Nishida als Erkennen der schrankenlosen Dimension der unnennbaren Wahrheit bezeichnet. Darunter nahm die neue Erkenntnis der Unschärferelation einen Anteil der Systematik seiner Philosophie.²⁵⁾ Diese Systematik zeigte aufgrund des Grundzugs des *mu* eine dynamische Offenheit zur Konstruktion, Selbst-Negation, Auflösung und Rekonstruktion der Systemlehre und lässt sich niemals in einer Dogmatik abschließen.²⁶⁾ Im Grunde genommen zeigte *mu* einen parallelen Grundzug der "Leere". Gezeigt werden in den Konzepten die Entgegensetzung und Zusammenhaltung der bipolaren Begriffe wie Sein und Nicht-Sein, Werden und Entwerden, Affirmation und Negation u.a. (Kulturhistorische Differenzierung *śūnyatā* und *mu* bleibt in diesem Beitrag ausgeklammert.) Wichtig ist, dass eine fixierende Bindung von Sein und Substanz in der Erkenntnis von *mu* bzw. *śūnyatā* aufgelöst wird. Tanabe hat diesen Grundzug des *mu* bewusst in sein dialektisches System der Logik aufgenommen.²⁷⁾ Bei ihm ist das *mu* ein dynamisch offenes Grundkonzept, das sich bei jeder Entgegensetzung, Überprüfung und Entwicklung der Begriffe als *Vermittelndes* auswirkt. Mit anderen Worten ist dieses *mu* eine Kapazität des dynamisch allseitig offen gehaltenen Denkens. Vermittelt von der dynamischen Offenheit *mu* kann man den Gegenstand seines Gedankens sowohl zur Affirmation als auch zur Negation ableiten. Jede Position muss klar logisch begründet werden, wobei das Sein einer Idee und das Nicht-Sein derselben durch dialektisch entgegengesetzte Aspekte überprüft werden sollten. Parallel zur Zusammenhaltung der vielfältigen Ideen *des Einen* Platons ist das *mu* mit der unbegrenzten Offenheit (bei Nishida) und der dynamisch unbegrenzten Potentialität (bei Tanabe) zum

Begreifen der Quantenerscheinungen reich an Anregungen.

Das Feld des Zwischen

Es wird gesagt, dass Quantenerscheinung kein substantielles Sein, sondern ein *artificial phenomenon* im physikalischen Labor ist.²⁸⁾ Dies ist nicht falsch. Quanten in einem biologischen Organ zeigen fast niemals dasselbe Verhalten, welches am Doppelspaltexperiment im Labor protokolliert wird. Eine andere einleuchtende Ansicht ist: Die im Experiment protokollierten Quanten (z.B. hellere und halbdunkle Punkte auf einem Target) sind im Grunde genommen nichts anderes als ein *physikalischer Effekt*, der *zwischen* der lichtempfindlichen Materie und dem aufgetroffenen Lichtquant ausgelöst wird. Die auf der Platte gegebene Spur ist eine physikalische Wechselwirkung, *nicht das Lichtquant selbst*.²⁹⁾ Ich selbst bin folgender Ansicht: Zwar ist die protokollierte Spur auf der Experimentieranlage eine reine physikalische Wechselwirkung. Doch ist sie eine *reale* Erscheinung, die *zwischen* der lichtempfindlichen Materie und dem darauf treffenden Lichtquant ausgelöst wird. Den Hintergrund meiner Anschauung bildet die Darstellung Nishidas:³⁰⁾ Durch das Experiment mit dem Prisma wird das Lichtspektrum in sieben Farbgebungen entdeckt. Sind die Farben vor dem Experiment gegeben? Oder sind sie künstlich durch das physikalische Experiment geschaffen? Dazu äußert Nishida seine Position: Die Farben hat es ursprünglich gegeben. *Durch die operative Einwirkung des Prismas ins Naturphänomen scheinen sie auf.*

Seit der Neuzeit wirkt die Physik mit ihrem Experiment operativ am gegebenen Phänomen der Natur. Das Ergebnis des Lichtspektrums behandelt die Physik mit ihrer mathematischen Deduktion, wodurch das proportionale Verhältnis der Wellenlänge zur bestimmten Farbgebung abgeklärt wird. Ich sehe hier, dass die unterschiedliche Farbgebung im Feld *zwischen* der Oberfläche des Prismas und dem einstrahlenden Licht ausgelöst wird. Das physikalische Denken schaltet sich ins Feld *zwischen* dem gegebenen Phänomen am Prisma und der Wellenlänge des Lichtes.

Das Licht strahlt ins Prisma ein. Im Netz ihrer Relation entstehen die sieben Farbgebungen. Die gegebenen Dinge, Licht, Prisma und Farben sind im Grundgedanken des Buddhismus leer an Substanz. Jedoch sind sie in dem Moment im gegenseitigen Zusammenhang, mit anderen Worten im Netz der Relation des gegenseitig abhängigen Entstehens und Vergehens. Die Farben können verschwinden, sobald die Intensität des einwirkenden Lichtstrahls verringert wird. Das ist das Gesetz der Ursache und Wirkung, wobei ein substantielles Sein von *dynamis* und *energeia* im Sinne des Aristoteles nicht die Rede ist. Gegeben ist das Feld der Leere und die darin entstehende *pratyaya*, eine voneinander abhängige Bedingung zum Entstehen und

Entschwinden.

Dieser Gedanke gilt auch im Phänomen der Quanten der Mikroerscheinung. Unabhängig davon, ob das Lichtquant als Substanz oder Nicht-Substanz verstanden wird, ist das Auftreffen des Lichtquants auf die Platte eine reale Erscheinung. Die *zwischen* dem Lichtquant und der Platte ausgelöste Wechselwirkung ist physikalisch. Von der oben angegebenen Anschauung der Philosophie des Buddhismus kann man wohl sagen, dass *zwischen* dem auftreffenden Lichtquant und der lichtempfindlichen Materie ein heller Punkt ausgelöst wird. Vor dem Auftreffen des Lichtquants ist das Feld der Leere. Nach dem Durchkommen des Lichtquants ist ebenso die Leere. Nur wenn man das Lichtquant bei der Experimentieranlage auffängt und beobachtbar macht, scheint es auf. Dies ist das Gesetz der Natur. *Die Physik ist im offenen Feld der Leere.* Die physikalische Erscheinung ergibt sich aus dem Feld des *Zwischen*, in dem ein Seiendes *A* mit dem weiteren *B* im Netz der voneinander abhängigen Relation gegeben ist.

Dieses *naturphilosophische* Denkschema kann auf verschiedene Dimensionen der Naturerscheinungen angewendet werden: z.B. die Gezeitendynamik. Durch die Gravitation des Mondes wird der Erdball an die Seite des Mondes gezogen. Auf der angezogenen Seite des Erdballs steigt der Meerwasserspiegel; es erscheint die Flut. Auf der anderen Seite des Erdballs gibt es diese Erscheinung nicht; dadurch die Ebbe des Meerwassers.³¹⁾ Meiner Ansicht nach geschieht die Gezeitendynamik im Feld des *Zwischen*, der Gravitation des Mondes und der Gravitation des Erdballs. Die Einsicht des Menschen wirkt ins Feld des *Zwischen*, in dem der gegenseitige Zusammenhang von Mond und Erdball als eine Wirklichkeit von *pratītyasamutpāda* verstanden wird.

Selbstverständlich ist eine voreilige Projektion für eine Einheitstheorie von Quanten- bis zur astrophysikalisch-makrokosmischen Theorien seitens der Physik eine umstrittene Problematik.³²⁾ Jedoch ist in der umfassenden Erkenntnis der Seinslehre eine philosophisch gründliche Überlegung unbegrenzt möglich, was das Sein überhaupt ist und in welchen Relationen das Seiende in den Dimensionen der Mikro-, Mezo- und Makrowelt befindlich ist. Die Beantwortung dieser Frage leitet uns zur *entelechialen Reflexion*, wofür / wozu diese Erkenntnis überhaupt abgeleitet worden ist: Zur Beantwortung dieser Frage ist eine *trans-disziplinäre Bildung* in unserem Jahrhundert reich an Anregungen.

(Dieser Aufsatz ist eine Überarbeitung des Vortrags, der in der Reihe "Naturphilosophie und Naturwissenschaft" an der Polnischen Akademie der Wissenschaften, Wien im Juni 2006, gehalten wurde.)

- 1) Physikalische Grundkenntnis der Quantendynamik: W. Heisenberg, *Physikalische Prinzipien der Quantentheorie*, Stuttgart 1991. H. Pietschmann, *Quantenmechanik verstehen*, Berlin 2003. S. Treiman, *The Odd Quantum*, Princeton University 1997. Wada S., „*Aspekte der Quantenphysik*“ (量子力学のきどころ) (Vorlesungen der Universität Tokyo), Tokyo 2003. W. Lucha, *Elementarteilchenphysik*, Österreichische Akademie der Wissenschaften 1997.
- 2) Der Ortswert des Elektrons x wird durch das ins Mikroskop einfallende Licht (Wellenlänge λ , Frequenz ν) mit dem Strahlwinkel ε berechnet: $\Delta x \approx \lambda / \sin \varepsilon$. Der Compton-Rückstoß hat die Größe von $h\nu / c$. (h : Konstante bzw. Wirkungsquantum von Planck.) Der Impulswert des vom Compton-Effekt verstreuten Elektrons in Richtung x ist: $\Delta p_x = (h\nu / c) \cdot \sin \varepsilon$.
 $\Delta p_x \cdot \Delta x = (h\nu / c \cdot \sin \varepsilon) \cdot (\lambda / \sin \varepsilon)$. Dabei ist $\nu\lambda = c$. Dadurch: $\Delta p_x \cdot \Delta x \approx h$. Siehe Heisenberg, 1991, S. 16.
- 3) Trotz aller Mühe von J. Bell zur Entdeckung des verborgenen Parameters gibt es bisher keine dementsprechende Gleichung. Dadruch: Bellsche Ungleichung. Pietschmann, 2003, S. 107.
- 4) Schrödinger, „Die gegenwärtige Situation in der Quantenphysik“, in: *Die Naturwissenschaften*, Bd. 23, 1935. Vgl. Zeilinger, *Einsteins Schleier*, München 2005, S. 99ff.
- 5) Das ist ein rein technisches Problem, das nicht unmittelbar mit dem Gedankenexperiment zu tun hat. In unserer Zeit ist der Bau der Anlage so vorstellbar, dass eine Bombe an die lichtempfindliche Wand gestellt wird. Sobald die Wand das Lichtquant empfängt, kann die Bombe explodieren. Siehe Zeilinger, *Einsteins Schleier*, Kap. IV.7.
- 6) E. Oeser, *Popper, der Wiener Kreis und die Folgen*, Wien 2003, S. 56.
- 7) Pietschmann, 2003, Kap. 5.8., S. 77f.
- 8) Pietschmann: 2003, S. 63. „Die Quantenphysik als Grundlage für Realitätskonzepte“, Vortrag auf dem Kongress „*Features of Constructivism*“, geleitet von F. Wallner, Wien 1999. „Versuch zur Entwicklung des Denkansatzes der Quantenphysik“, in: *intellectus universalis*, hrsg. von W. Gabriel und Hashi H., Wien 2005.
- 9) Heisenberg, *Quantentheorie und Philosophie*, Stuttgart 1994, S. 30ff.
- 10) Einstein, A., Podolsky, B. und Rosen, N: „Can quantum-mechanical description of physical reality be considered complete?“, in: *Physical Review*, 47, 1935, American Physical Society.
- 11) Schrödinger: „Wenn zwei Systeme in Wechselwirkung treten, wie wir gesehen haben, [treten] nicht etwa ihre ψ -Funktion in Wechselwirkung, sondern die hören sofort zu existieren auf und eine einzige für das Gesamtsystem tritt an ihre Stelle“. In: *Die Naturwissenschaften* 23. *Pietschmann*, 2003, 7.1.
- 12) Pietschmann, 2003, 7.1.
- 13) Einstein, *Über die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie*, Anhang 5, Wiesbaden 1997, S. 93.
- 14) Durch die Korrespondenz mit Einstein war K. Popper lebenslänglich auf der Seite Einsteins gegen Heisenberg. Siehe Popper, *The Logic of Scientific Discovery*, Lon-

- don 1959: "Some Observations of Quantum Theory", "Appendix xi. On the Use and Misuse of Imaginary Experiments, Especially in Quantum Theory", "Appendix xii. A letter from A. Einstein".
- 15) Aristoteles, *Metaphysik*, Buch I, Buch Δ 6.-10. Buch Γ 7.
 - 16) τὸ γὰρ αὐτὸ νοεῖν ἐστὶν τε καὶ εἶναι. *Vorsokratiker*, Stuttgart 1968.
 - 17) Platon, "Sophistes", 245e-249d.
 - 18) Platon, "Parmenides", 155e-166e.
 - 19) Begrifflich lässt sich die originale Auffassung *des Einen* bei Platon von der des Neuplatonismus abgrenzen.
 - 20) Platon, "Sophistes", 249 c-d.
 - 21) Nāgārjuna, *Mūlamadhyamakakārikā*. Übersetzungen von: a) B. Weber-Brosamer und D. Back, Wiesbaden 1997. b) K. Inada, State University of New York 1970. c) Nishijima K., Tokyo 1997. d) D. J. Kalupahana, State University of New York, 1986. e) Takakusu J. und Watanabe K., Taishō Tripitaka, 大正大藏經, Bd. 30, Tokyo 1960.
 - 22) Dieses "Sein" lässt sich nicht auf die Fragestellung von Heidegger, "Sein und Zeit" Kap. 1 beschränken. Hier umfasst das "Sein" einen umfassenden Grundbegriff des "Seins" in der abendländischen Philosophie, die ausgehend von Parmenides aus Elea durch den dynamischen Aufbruch Platons ("Parmenides" – Dialog) eine historisch maßgebende Begründung in der "Metaphysik" bei Aristoteles gefunden hat.
 - 23) *Mūlamadhyamakakārikā*, Abs. 2, gatāgata parīkṣā.
 - 24) Aristoteles, *Physik*, Hamburg 1987/88.
 - 25) Nishida, Gesamtausgabe Bd. XI, Tokyo 1965, S. 49-52.
 - 26) Vgl. Nishida, Gesamtausgabe, Tokyo 1965, Bd. IX, XI.
 - 27) Tanabe, Gesamtausgabe Bd. 12, Tokyo 1964.
 - 28) F. Wallner, *Structure and Relativity*, Frankfurt a.M. 2005, S. 67.
 - 29) H.-D. Klein, "Systemtheorie und Monadologie", in: *System der Philosophie*, Bd. IV, Frankfurt a.M. 2003. Derselbe, in: *Systemtheorie*, hrsg. von K. Gloy, Bonn 1998.
 - 30) Nishida, "Die Welt der Physik" (物理の世界), in: Gesamtausgabe Bd. XI, 1965, S. 62f.
 - 31) H.-D. Klein gibt dazu eine monadisch-systemtheoretische Erläuterung. Klein, 2003.
 - 32) W. Lucha, *Elementarteilchenphysik*, Österreichische Akademie der Wissenschaften 1997.
(はし・ひさき、比較思想・学際研究、ウィーン大学哲学部哲学科助教授)