

ZUM BEGRIFF DES "APORON"
Raum-Zeit-Gravitation in physikalischer und philosophischer Sicht**

1. Newtons Begriff von Raum und Zeit

Zu Beginn müssen wir mit einem weit verbreiteten Irrtum aufräumen, wonach NEWTON den absoluten Raum und die absolute Zeit definiert habe. NEWTON sagt ganz deutlich in den *principia mathematica*: "Zeit, Raum, Ort und Bewegung, als allen bekannt, erkläre ich nicht." Er folgt damit der Grundidee der Naturwissenschaft, die Carl Friedrich von WEIZSÄCKER zusammenfassend charakterisiert¹: "Das Verhältnis der Philosophie zur so genannten positiven Wissenschaft lässt sich auf die Formel bringen: Philosophie stellt diejenigen Fragen, die nicht gestellt zu haben die Erfolgsbedingung des wissenschaftlichen Verfahrens war. Damit ist also behauptet, dass die Wissenschaft ihren Erfolg unter anderem dem Verzicht auf das Stellen gewisser Fragen verdankt."

NEWTON hat vielmehr Raum und Zeit **gespalten** in den für die Naturwissenschaft brauchbaren Teil und den im Alltag verwendeten. Er sagt: "Ich bemerke nur, dass der vulgus diese Größen nicht anders als in Bezug auf die Sinne auffasst und so gewisse Vorurteile entstehen, zu deren Aufhebung man sie passend in absolute und relative, wahre und scheinbare, mathematische und gewöhnliche unterscheidet."

Unter "vulgus" ordnete er vor allem die Cartesianer² ein, die ihn wegen seines Gravitations-Begriffes als Spiritist bezeichneten. Wörtlich lautet die erwähnte **Spaltung**, die NEWTON vornahm: "Die absolute, wahre und mathematische Zeit verfließt an sich und vermöge ihrer Natur gleichförmig und ohne Beziehung auf irgendeinen äußeren Gegenstand. Der absolute Raum bleibt vermöge seiner Natur und ohne Beziehung auf einen äußeren Gegenstand stets gleich und unbeweglich."

Davon unterscheidet NEWTON: "Die relative, scheinbare und gewöhnliche Zeit ist ein fühlbares und äußerliches, entweder genaues oder ungleiches Maß der Dauer, dessen man sich gewöhnlich statt der wahren Zeit bedient. Der relative Raum ist ein Maß oder ein beweglicher Teil des ersteren, welcher von unseren Sinnen durch seine Lage gegen andere Körper bezeichnet und gewöhnlich für den unbeweglichen Raum genommen wird."

Nun zum Vorwurf der Cartesianer. NEWTON hatte von einer Kraft gesprochen, die über große Entfernungen wirken sollte, ohne dass sich die betroffenen Körper berühren mussten. Dies widersprach der Idee der Materie als *res extensa*, die nur bei direkter Berührung Kräfte verspüren konnte. Daher konnte die Schwerkraft nur im Bereich der *res cogitans* angesiedelt sein und NEWTON war daher Spiritist, so die Cartesianer.

Tatsächlich war dies ein Problem, das NEWTON nicht lösen konnte. In den *principia mathematica* schreibt er: "Es würde hier der Ort sein, etwas über die geistige Substanz hinzuzufügen, welche alle festen Körper durchdringt und in ihnen enthalten ist. Durch die Kraft und Tätigkeit dieser geistigen Substanz ziehen sich die Teilchen der Körper wechselseitig in den kleinsten Entfernungen an und haften aneinander, wenn sie sich berühren."

Und in einem Brief an den Altphilologen Richard BENTLEY schreibt er:³ "Dass Gravitation eingeboren, inhärent und der Materie wesentlich sein sollte, so dass ein Körper über eine Distanz hin und durch den leeren Raum auf einen anderen wirken sollte, ohne die Vermittlung von irgend etwas, durch das ihre Aktion und Kraft von einem zum anderen geleitet werden könnte, ist für mich eine so große Absurdität, dass ich glaube, kein Mensch, der in philosophischen Angelegenheiten kompetent ist, kann jemals darauf

*) Emeritus an der Fakultät Physik der Univ. Wien

**) Vortrag am Symposium "Intellectus Universalis" Univ. Wien, 18. Mai 2006.

¹) C.F. von WEIZSÄCKER: Deutlichkeit. Hanser Verlag, München (1978), 167.

²) Siehe H. HEUSER: Der Physiker Gottes – Isaac Newton oder die Revolution des Denkens. Herder Verlag, Freiburg (2005), 118.

³) NEWTONs Brief an BENTLEY vom 25. Februar 1693.

verfallen. Die Gravitation muss durch ein Agens verursacht sein, das konstant nach gewissen Gesetzen wirkt; ob aber dieses Agens materiell oder immateriell ist, habe ich dem Urteil meiner Leser überlassen."

In den *principia mathematica* zieht er sich ganz im oben beschriebenen Geist der Neuen Wissenschaft aus der Affäre, indem er schreibt:⁴ "Es ist mir noch nicht gelungen, aus den Erscheinungen den Grund dieser Eigenschaft der Schwere abzuleiten und Hypothesen erdichte ich nicht. ... Es genügt, dass die Schwere existiere, dass sie nach den von uns dargelegten Gesetzen wirke und dass sie alle Bewegungen der Himmelskörper und des Meeres zu erklären imstande sei."

Die Aporien der Kraft wurden inzwischen durch den Feldbegriff einer operationalen Bewältigung⁵ zugeführt. Unter "operationaler Bewältigung" wird dabei weniger verstanden als "Synthese", jedoch mehr als Elimination mittels Logik. Es bedeutet Ernstnehmen einer Aporie, ohne dass der Widerspruch zwischen These und Antithese schon aufgehoben wäre. Eine operationale Bewältigung ähnelt einem Kompromiss. Beide Seiten, These und Antithese, werden auf der ursprünglichen Ebene berücksichtigt, ohne echte Neubildungen. (Als Beispiel dienen die Zenon'schen Aporien, die durch die neuzeitliche Mathematik operational bewältigt, aber nicht zur Synthese geführt wurden!⁶) Wie die Aporien des Raumes durch den Begriff des "Aporon" naturphilosophisch aufgehoben werden können werde ich unten ausführen.

Bei NEWTON sind Raum und Zeit nicht nur unterschieden, sondern getrennt. So können etwa räumliche Messgrößen, wie die Länge einer Strecke, unabhängig von der Zeit (und daher einer eventuellen Geschwindigkeit) absolute Bedeutung beanspruchen. Wenn wir 2 Punkte in einem Koordinaten-System beschreiben, dann benötigen wir dazu 6 Zahlen (z.B. x_1, x_2, x_3 für den ersten und y_1, y_2, y_3 für den zweiten Punkt). Von diesen 6 Zahlen hat aber nur eine einzige physikalische Bedeutung, nämlich der Abstand der Punkte oder die Länge l der Strecke zwischen den Punkten. Wir können entweder l direkt berechnen⁷ oder aber das Koordinaten-System so wählen, dass der erste Punkt im Ursprung und der zweite auf der ersten Achse zu liegen kommt.⁸ Um letzteres zu erreichen, mussten wir das Koordinaten-System drehen und schieben, es "transformieren". Die operationale Bewältigung der Raum-Aporie besteht darin, dass wir zwar ein Koordinaten-System einführen, aber nur solche Größen als physikalisch relevant ansehen, die sich bei einer Transformation des Koordinaten-Systems nicht ändern, die "invariant" bleiben. Im Falle von 3 Punkten haben wir 9 Koordinaten, aber nur 3 voneinander unabhängige physikalisch relevante Größen, etwa 2 Strecken und 1 Winkel (oder 3 Strecken, oder eine Strecke und 2 Winkel).

In meinen Anfänger-Vorlesungen über theoretische Physik habe ich diese Einsicht immer in folgendem "Merksatz" ausgedrückt: *Das Koordinaten-System ist zugleich notwendig und irrelevant!* Einerseits wird dadurch die Aporie deutlich, andererseits können so manche physikalische Einsichten direkt daraus abgeleitet werden. Was bei einer Transformation des Koordinaten-Systems invariant bleibt, ist das physikalisch Relevante. Es kann aber nicht a priori bestimmt werden, sondern unterliegt der Bestätigung oder Falsifikation durch das Experiment.

2. Raum-Zeit seit Einstein

In seiner speziellen Relativitätstheorie aus dem "annus mirabilis" 1905 hat Albert EINSTEIN den NEWTON'schen Zeitbegriff einer grundlegenden Kritik unterzogen. Er zeigte, dass es **grundsätzlich** unmöglich ist, Uhren in relativ zueinander bewegten Bezugssystemen zu synchronisieren. Aus der grundsätzlichen Unmöglichkeit schloss er, dass damit der Begriff einer absoluten Zeit fallen gelassen werden muss. Ein für die damalige Zeit gewiss mutiger Paradigmenwechsel! (Es ist interessant, dass EINSTEIN

⁴) Zitiert nach H. HEUSER, a.a.O., 140.

⁵) Zum Begriff "operationale Bewältigung" siehe H. PIETSCHMANN: Phänomenologie der Naturwissenschaft. Springer Verlag, Berlin (1996). Neuauflage in Vorbereitung bei Ibero Verlag, Wien.

⁶) Siehe H. PIETSCHMANN: Physik als Bewältigung wesentlicher Widersprüche. Abhandlungen der Humboldt-Ges. f. Wissenschaft, Kunst, Bildung. Hg: H. FISCHER & D. HABERLAND. Bd. 18 (2003), 3-6.

⁷) $l^2 = (x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2 + (x_3 - y_3)^2$

⁸) $y_1 = l, y_2 = y_3 = x_1 = x_2 = x_3 = 0$

einen ähnlichen Schritt in der Quantenmechanik nicht mehr mit vollziehen wollte; er hatte Angst, dass damit der Realitätsbegriff zu sehr verwaschen werden könnte.⁹⁾

Während die Zeit nun relativ in dem Sinne war, dass sie vom Bewegungszustand des Beobachters abhängt, erkannte EINSTEIN eine andere Absolutheit,¹⁰⁾ die Konstanz der Fundamentalgeschwindigkeit. Es ist (unter anderem) die Geschwindigkeit des Lichtes im Vakuum. Da die Fundamentalgeschwindigkeit als Naturkonstante in allen Bezugssystemen den gleichen Wert hat, können Geschwindigkeiten nicht wie in der NEWTON'schen Physik einfach algebraisch addiert werden. Längen und Zeiten sind nicht mehr so invariant, wie dies in Abschnitt 1 dargestellt wurde. Bloß räumlich festgelegte Punkte verlieren ihren Sinn, wir sprechen nunmehr von "Ereignissen", das sind räumliche Orte zu einem bestimmten Zeitpunkt. Daher gilt nun eine andere Invarianz beim Übergang von einem Bezugssystem zu einem relativ dazu bewegten, die Differenz aus der räumlichen Länge und dem mit der Fundamentalgeschwindigkeit multiplizierten Zeitintervall, der "invariante Abstand" zweier Ereignisse.¹¹⁾

Beim Übergang von einem Bezugssystem zu einem relativ dazu bewegten gehen Raum und Zeit ineinander über; daher verändern sich dabei sowohl Längen (Längen-Kontraktion) als auch Zeitintervalle (Zeit-Dilatation). Dabei sind Zeiten immer in "Licht-Längen" anzugeben, das heißt, sie müssen mit der Fundamentalgeschwindigkeit multipliziert werden, um dieselbe Dimension wie Längen zu haben.

Halten wir die wesentlichsten Ergebnisse fest: Raum und Zeit sind nicht mehr als getrennte Wirklichkeiten zu betrachten, sie können durch Änderung der Bewegung ineinander fließen. Eine vereinheitlichte Raum-Zeit erscheint als Grundlage physikalischer Beschreibung. Es gibt keine absolute Zeit, aber eine absolute Geschwindigkeit als Naturkonstante.

Durch die neue Form der Transformation zwischen relativ zueinander bewegten Bezugssystemen (der Lorentz-Transformation) ist eine neue, wesentliche Unterscheidung entstanden; wenn zwei Ereignisse an verschiedenen Raum-Punkten zu so unterschiedlichen Zeiten vorliegen, dass man mit einer Geschwindigkeit kleiner als die Fundamentalgeschwindigkeit von einem zum anderen reisen kann, dann spricht man von **zeitartigen** Ereignispaaren. Wenn der Zeitunterschied aber so klein ist, dass man Überlicht-Geschwindigkeit benötigen würde, um vom einen zum anderen zu reisen, dann sind diese Ereignispaare **raumartig**. (Wenn eine Höchstgeschwindigkeit existiert, dann ist dieser Unterschied übrigens schon in der klassischen Physik vor der Relativitätstheorie relevant.) Das Neue seit der Relativitätstheorie ist aber, dass es immer ein Bezugssystem gibt, in dem raumartige Ereignispaare **gleichzeitig** stattfinden!¹²⁾ Bei geringer Änderung der relativen Geschwindigkeit dieses Bezugssystems können dann die Ereignispaare so gelagert werden, dass einmal A vor B, dann aber auch B vor A eintritt. Daraus folgt aber, dass raumartige Ereignispaare nicht kausal verknüpft sein können, weil die zeitliche Reihenfolge "Ursache vor Wirkung" in allen beliebigen Bezugssystemen gewährleistet sein muss! Also kann sich weder Wirkung, noch Information mit einer größeren Geschwindigkeit als der Fundamentalgeschwindigkeit fortpflanzen.¹³⁾ Das gilt auch für die Wirkung von Kräften, also auch für die Gravitation. Könnte die Sonne abrupt eliminiert werden, würde die Erde noch circa 8 Minuten in ihrer Umlaufbahn bleiben und erst dann "zügellos" ins Weltall entgleiten.

3. Gravitation

Die NEWTON'sche Mechanik gründet auf zwei Prinzipien: Dem NEWTON'schen Trägheits-Axiom (Kraft ist das Produkt aus Beschleunigung mal der [trägen] Masse) und dem Gravitations-Gesetz; darnach ist die Gravitations-Kraft proportional dem Produkt der beiden beteiligten (schweren) Massen und verkehrt proportional dem Quadrat ihres Abstandes. Erst die Kombination dieser beiden Prinzipien erlaubte die Vereinheitlichung der fundamentalen Erkenntnisse von KEPLER (die Bahnen der Planeten sind Ellipsen, in deren einem Brennpunkt die Sonne steht) und GALILEI (alle Körper fallen gleich schnell). Dazu musste

⁹⁾ Siehe dazu H. PIETSCHMANN: Die Quantenmechanik als Grundlage für Realitätskonzepte. In: Gemeinsam denken. Hg: H. URACH. WUV-Universitätsverlag, Wien (2005), 139-149.

¹⁰⁾ Max PLANCK war daher unzufrieden mit dem Namen "Relativitätstheorie", der übrigens nicht von EINSTEIN stammt.

¹¹⁾ Vergleiche Fußnote 7! Invariant ist nunmehr: $s^2 = c^2 (t-t')^2 - [(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2 + (x_3 - y_3)^2]$ wobei c die Fundamentalgeschwindigkeit ist.

¹²⁾ Für Details siehe etwa U.E. SCHRÖDER: Spezielle Relativitätstheorie. 4. Auflage, Verlag Harri Deutsch, Frankfurt/Main (2005).

¹³⁾ Daraus wird oft irrtümlich gefolgert, es gäbe überhaupt keine Überlichtgeschwindigkeit. Dies ist falsch; wenn damit weder Wirkung noch Information verbunden ist, dann stellen Überlichtgeschwindigkeiten kein Problem dar. Ein Beispiel ist der Lichtstrahl eines rotierenden Leuchtturmes, der bei genügender Entfernung mit beliebiger Geschwindigkeit über einen Schirm laufen wird.

NEWTON aber annehmen, dass träge und schwere Masse gleichgesetzt werden können. Experimentelle Untersuchungen – zuerst von EÖTVÖS (1894), dann von DICKE (1964) und von BRAGINSKI (1971) – haben ergeben, dass diese Gleichheit mit einer Genauigkeit von mehr als 1 zu Zehnbillionen (10^{13}) gegeben ist!

In seiner Allgemeinen Relativitätstheorie von 1915 erhob Albert EINSTEIN die scheinbar zufällige Äquivalenz von träger und schwerer Masse zum Prinzip und damit zur Grundlage der Theorie. Darüber hinaus stellte er die Frage, welche Geometrie die Beschreibung des Raumes bestimmt. So wie die Trennung von Raum und Zeit ganz selbstverständlich angenommen worden war, bis die Spezielle Relativitätstheorie eine Vereinigung brachte, war auch die Euklidische Geometrie ganz selbstverständlich für den Raum zugrunde gelegt worden. Mit seinem berühmten Ausspruch "Mathematische Theorien über die Wirklichkeit sind immer ungesichert – wenn sie gesichert sind, handelt es sich nicht um die Wirklichkeit" zeigte EINSTEIN auf, dass mathematische Beweisbarkeit immer von Voraussetzungen ausgeht, deren Zutreffen in der Natur erst empirisch überprüft werden muss. So gilt etwa der Satz "die Winkelsumme im Dreieck ist 180 Grad" nur in der (ebenen) Euklidischen Geometrie. In sphärischer Geometrie (etwa auf der Oberfläche einer Kugel) ist die Winkelsumme größer als 180, in hyperbolischer Geometrie (etwa auf der Oberfläche eines Sattels) kleiner als 180 Grad.

Bis zur Allgemeinen Relativitätstheorie von EINSTEIN hatte man ohne Prüfung angenommen, dass ein Dreieck aus Lichtstrahlen im Raum immer eine Winkelsumme von 180 Grad haben müsse, (dass also die Euklidische Geometrie zugrunde gelegt werden konnte). EINSTEIN erklärte nun die Gravitation als Abweichung dieser Winkelsumme von 180 Grad! Freilich konnte er diese qualitative Annahme auch in eine mathematische Theorie einbetten. Lichtstrahlen sind also keine Geraden im Euklidischen Sinn, sondern "geradeste Linien" in einer nicht-euklidischen ("gekrümmten") Raum-Zeit. Ursache der Raum-Zeit-Krümmung, also der Abweichung von der Euklidischen Geometrie, sind die Massen (beziehungsweise deren Energie-Äquivalent). Damit wurde die Raum-Zeit mit den darin befindlichen Massen vereint, da ihre geometrische Struktur erst durch die Massen bestimmt ist und keine unabhängige Beschreibung möglich ist.¹⁴

Experimentell bestätigt wurde diese Theorie durch die Messung der Ablenkung des Sternenlichts (also der Krümmung der Lichtstrahlen) an der Sonne während einer Sonnenfinsternis im Jahre 1919. Weiters konnte damit die Drehung der Merkurbahn (die so genannte Perihel-Drehung) berechnet werden; sie war schon seit Langem gemessen, konnte aber bis dahin nicht erklärt werden.

Man könnte nun spekulieren, inwieweit dieser Paradigmen-Wechsel eine gewisse Annäherung an DESCARTES bedeutet; eine Kraft als Ursache der Schwere war ja von den Cartesianern abgelehnt worden (siehe Abschnitt 1). Nun wurde die Schwere nicht mehr durch eine Kraft, sondern durch die Raum-Zeit-Krümmung verursacht, was einer Geometrisierung physikalischer Dynamik gleichkommt. Dies ist übrigens auch der Grund, der (bisher) ein einheitliches physikalisches Bild verhindert, da die übrigen Fundamentalkräfte nicht geometrisch, sondern auf Basis der Quantenfeldtheorie verstanden werden.

4. Folgerungen für eine Philosophie der Natur

Wir wollen uns nun der Frage nähern, inwieweit physikalische Einsichten bei einer philosophischen Betrachtung der Natur hilfreich sein können.¹⁵ Zunächst sei gleich im Sinne des eingangs zitierten Satzes von C.F. von WEIZSÄCKER festgestellt, dass inhaltliche Details des physikalischen Modells für eine Natur-Philosophie irrelevant sind. Wie steht es aber mit den Prinzipien? Sie sind doch Hintergrund der Theorien und könnten vielleicht Aufschluss über das Wesen des Seienden andeuten?

Albert EINSTEIN sagte von den Naturprinzipien:¹⁶ "Zu diesen elementaren Gesetzen führt kein logischer Weg, sondern nur die auf Einfühlung in die Erfahrung sich stützende Intuition. ... Keiner, der sich in den Gegenstand wirklich vertieft hat, wird leugnen, dass die Welt der Wahrnehmungen das theoretische System praktisch eindeutig bestimmt, trotzdem kein logischer Weg von den Wahrnehmungen zu den

¹⁴) Für Details siehe etwa U.E. SCHRÖDER: Gravitation – Einführung in die Allgemeine Relativitätstheorie. Verlag Harri Deutsch, Frankfurt/Main (2001).

¹⁵) Siehe dazu auch H.D. KLEIN: Vernunft und Wirklichkeit, Band 2. Oldenburg Verlag, Wien (1975), 85 f.

¹⁶) Albert EINSTEIN: Mein Weltbild, Querido Verlag, Amsterdam (1934), 109.

Grundsätzen der Theorie führt. Dies ist es, was Leibniz so glücklich als 'prästabilierte Harmonie' bezeichnete."

Und Wolfgang PAULI schrieb¹⁷: "Theorien kommen zustande durch ein vom empirischen Material inspiriertes **Verstehen**, welches am besten im Anschluss an **Plato** als zur Deckung kommen von inneren Bildern mit äußeren Objekten und ihrem Verhalten zu deuten ist. Die Möglichkeit des Verstehens zeigt aufs Neue das Vorhandensein regulierender typischer Anordnungen, denen sowohl das Innen wie das Außen des Menschen unterworfen sind."

Schließlich betonte Richard FEYNMAN, dass er sich einem gegebenen Problem nicht mit mathematischen Schritten näherte, dass er vielmehr die Eigenschaften eines physikalischen Systems aus **Instinkt und Erfahrung** kenne.¹⁸

Dürfen wir auf dem Instinkt und der Einfühlung in die Erfahrung genialer Physiker, ja auf den von PAULI angesprochenen archetypischen Mustern eine Naturphilosophie gründen? Wir wollen lieber Vorsicht walten lassen!

Beim Erarbeiten von Theorien, die nur einen Teilaspekt physikalischer Erkenntnis erklären sollen, kann es vorkommen, dass verschiedene Prinzipie zur selben Theorie führen.¹⁹ Aber auch bei so fundamentalen Theorien wie dem NEWTON'schen Gravitationsgesetz, dürfen wir die zugrunde liegenden Prinzipie nicht in eine Philosophie der Natur einarbeiten! Selbst Immanuel KANT, der dazu festgestellt hat:²⁰ "Naturwissenschaft wird uns niemals das Innere der Dinge ... entdecken; aber sie braucht dieses auch nicht zu ihren physikalischen Erklärungen.", hat sich in diesem Punkt gefährlich weit vorgewagt, als er schrieb:²¹ "Gehen wir von da noch weiter, nämlich zu den Grundlehren der physischen Astronomie, so zeigt sich ein über die ganze materielle Natur verbreitetes physisches Gesetz der wechselseitigen Attraktion, deren Regel ist, dass sie umgekehrt mit dem Quadrat der Entfernungen von jedem anziehenden Punkt ebenso abnehmen, wie die Kugelflächen, in die sich diese Kraft verbreitet, zunehmen, welches als notwendig in der Natur der Dinge selbst zu liegen scheint und daher auch als **a priori** erkennbar vorgetragen zu werden pflegt. ...dass kein ander Gesetz der Attraktion als das des umgekehrten Quadratverhältnisses der Entfernungen zu einem Weltsystem als schicklich erdacht werden kann."

Freilich fügt er gleich an: "Nun frage ich: liegen diese Naturgesetze im Raume und lernt sie der Verstand, ..., oder liegen sie im Verstande und in der Art, wie dieser den Raum ... bestimmt?" Und er beantwortet diese Frage: "Denn wir haben es nicht mit der Natur der **Dinge an sich selbst** zu tun, ..., sondern mit der Natur als einem Gegenstand möglicher Erfahrung."

Naturphilosophie will aber gerade nicht die "Natur als einen Gegenstand möglicher Erfahrung" erforschen; sie interessiert sich (in meiner Terminologie) nicht für die physikalische Wirklichkeit, sondern für die dahinter liegende Realität.²²

Im vollen Bewusstsein, dass diese Realität (wie das "Ding an sich") niemals direkt erreicht werden kann, wollen wir einen dialektischen Zugang versuchen. Dabei hilft die doppelte Negation. Was als Sackgasse des Denkens erkannt ist, soll vermieden und ausgeschlossen werden. Das führt noch nicht zum Erfassen der Realität, kann aber interessante Denkanstöße liefern und damit müssen wir uns begnügen.

5. Ausgangspunkt einer Naturphilosophie

Bei unseren Überlegungen gehen wir von den Ergebnissen aus, die in der seit über 40 Jahren an der Universität Wien abgehaltenen "Philosophisch-naturwissenschaftlichen Arbeitsgemeinschaft" interdisziplinär erarbeitet worden sind. Sie sind in einem Buch festgehalten, das Grundlage unserer Überlegungen sein wird.²³

¹⁷) Wolfgang PAULI: Physik und Erkenntnistheorie, Vieweg Verlag, Braunschweig (1984), 95.

¹⁸) Richard P. FEYNMAN: Surely you'r joking, Mr. Feynman, Verl. Norton & Co., New York (1985), 245.

¹⁹) Ein Beispiel sind die so genannten "Schwachen Wechselwirkungen", siehe H. PIETSCHMANN, Phänomenologie, a.a.O., 152.

²⁰) KANT: Prolegomena § 57, 353.

²¹) KANT: Prolegomena § 38, 321 f.

²²) Siehe dazu H. PIETSCHMANN: Phänomenologie, a.a.O., Kap. 9.3.

²³) Gerhard SCHWARZ: Raum und Zeit als naturphilosophisches Problem. WUV Universitätsverlag, Wien (1992).

Raum und Zeit wurden dabei noch getrennt betrachtet; der Raum war die Bedingung der Möglichkeit, dass ein Körper einen anderen außer sich hat. Das ist jedoch noch transzendental gedacht, weil dieses "Außereinandersein" den Körpern selbst nicht vermittelt ist. Mit KANT können wir noch fragen, ob dieses Außereinandersein in der Realität liegt und vom Verstand gelernt wird, oder ob nicht vielmehr der Verstand damit die Realität zu bestimmen versucht, sie damit aber zu seiner Wirklichkeit werden lässt.

Nun wollen wir ja die doppelte Negation als Werkzeug heranziehen. Schon die spezielle Relativitätstheorie hat gezeigt, dass Raum und Zeit nicht getrennt werden können. Also scheint es nicht mehr sinnvoll, vom "Ortsraum" eines Körpers zu sprechen. (Räumliche Distanzen hängen vom Bewegungszustand ab!) In der Raum-Zeit ist es besser, vom "Jetzt" eines Körpers zu sprechen. Das ist zunächst nur der Ort und Zeitpunkt des Körpers; es begründet noch keine räumlichen oder zeitlichen Distanzen! Diese haben getrennt keinen Sinn; um aber davon sprechen zu können, dass ein Körper einen anderen außer sich hat, muss es einen Unterschied geben, der die beiden "Jetzt" der Körper als verschieden erscheinen lässt. Ich nenne ihn den Unterschied von "Nähe" und "Ferne", der zunächst qualitativ zu verstehen ist und nicht räumlich oder zeitlich interpretiert werden sollte.

In der physikalischen Wirklichkeit (im konstruierten Modell) können Raum und Zeit für jedes "Jetzt" (für das so genannte Ruhssystem eines konkreten Körpers) getrennt betrachtet werden. In diesem Fall hat auch der "Ortsraum" wieder Sinn und Nähe wird räumlich zu "nahe bei", Ferne zu "weit weg"; zeitlich wird Nähe zu "kurz davor" oder "kurz darnach", Ferne zu "lange davor" oder "lange darnach".

Die Qualität von Nähe und Ferne wird in der Quantität erkennbar, wenn Raum und Zeit auf das "Jetzt" bezogen und nicht getrennt werden. Qualitative Nähe ist dann "nahe bei" **und** "kurz danach" (oder "kurz davor"), **ebenso** aber "weit weg" **und** "lange davor" (oder "lange danach"). Im Modell der Physik ist "nahe" alles, was durch die Fundamentalgeschwindigkeit verbunden ist, also ein räumlich naher Körper kurz davor ebenso wie ein räumlich ferner Körper lange davor, wobei die quantitative Ferne in Raum und Zeit durch die Fundamentalgeschwindigkeit gegeben ist. Ich will diese abstrakten Überlegungen durch ein anthropomorphes Beispiel erläutern: Wir erleben im Jetzt das was in unserer Nähe zu unserer Zeit geschieht, aber auch die Sterne, die weit weg sind und das jetzt sichtbare Licht lange vor unserer Zeit ausgesendet haben; die Sterne sind "bei uns", obwohl sie weit weg sind!

In einem ersten Schritt können wir die Bestimmung des Raumes als Außereinandersein von Körpern nun auf die Raum-Zeit erweitern: Die Raum-Zeit ist die Bedingung der Möglichkeit, "Jetztte" voneinander zu unterscheiden. Aber noch immer denken wir dabei transzendental, weil die Unterscheidung der Jetztte (verschiedener Körper) den Körpern selbst nicht vermittelt ist und daher die obige KANT'sche Frage bestehen bleibt.

Raum und Zeit sind nicht getrennt, müssen aber unterschieden werden. Wir müssen zwischen "Nebeneinander" und "Nacheinander" von "Jetztten" unterscheiden. Zwei "Jetztte" sind nacheinander, wenn es grundsätzlich denkbar ist, sie als substanziell identisch zu denken (wie diese Identität vermittelt ist, wird noch zu klären sein). Im Nebeneinander sind Jetztte verschieden (nicht nur unterschieden). Im Modell der Physik wird dieser Unterschied durch raumartige und zeitartige Ereignispaare dargestellt (siehe Abschnitt 2).

6. Atomon – Monade – Aporon

Beim Versuch, eine widerspruchsfreie Konstruktion der Gesamtwirklichkeit zu erstellen, müssen immer wieder Aporien operational bewältigt werden. Immanuel KANT hat in vier Antinomien die fundamentalsten zusammengestellt. Die zweite lautet:²⁴

These: Alles in der Welt besteht aus dem Einfachen.

Antithese: Es ist nichts Einfaches, sondern alles ist zusammengesetzt.

LEIBNIZ hat die **Monade** als letzte Einheit aufgefasst. Erich HEINTEL sagt dazu:²⁵ "Jedenfalls stellt sich für Leibniz die Frage nach dem Seienden als substanzieller Einheit primär von der physischen Monas her; trotzdem aber denkt er bei seiner 'Monade' ... nicht nur an die Aristotelische Usia (die substanzielle Form), sondern auch an das 'Ich' der neuzeitlichen Transzendentalphilosophie ...

²⁴) KANT: Prolegomena § 51.

²⁵) Erich HEINTEL: Die beiden Labyrinthe der Philosophie. Verlag Oldenbourg, Wien (1968) 11 ff.

In diesem Sinne spricht Leibniz von der Monade auch als dem ‚formalen Atom‘ ... Die formalen Atome nennt Leibniz auch ‚substanziale Atome‘, während für ihn nur ‚materielle Atome‘ der Vernunft widerstreiten."

HEINTEL unterscheidet daher: "Ich werde im Weiteren diese letzteren Monaden als ‚naturische Monaden‘ von der ‚geistigen‘ Monade Mensch unterscheiden."

LEIBNIZ stößt dabei auf das Problem der Kommunikation zwischen Monaden, da diese "fensterlos" sind:²⁶ "Die Monaden haben keine Fenster, durch die etwas hinein- oder heraustreten kann." LEIBNIZ führt dazu seinen Begriff der "prästabilierten Harmonie" ein:²⁷ "Die Seele folgt ihren eigenen Gesetzen und ebenso der Leib den seinen; sie treffen zusammen kraft der Harmonie, welche unter allen Substanzen prästabiliert ist, da sie sämtlich Vorstellungen einer und derselben Welt sind." LEIBNIZ löst auch den Einwand der Cartesianer gegen NEWTON:²⁸ "... so folgt daraus, dass sich diese Kommunikation auf jede beliebige Entfernung erstreckt".

Die Naturwissenschaft hat die Monaden ihrer Kommunikationsfähigkeit (ihrer geistigen Komponente) beraubt und zu "materiellen Atomen" (LEIBNIZ), oder "natürlichen Monaden" (HEINTEL) reduziert. Damit werden sie zum Elementarteilchen, zum DEMOKRIT'schen Atomon. Da *res cogitans* und *res extensa* ein dialektisches Begriffspaar bilden, bedeutet dies eine Abspannung der Aporie, die im Extrem zum dialektischen Umschlag führt. Die Quantenmechanik hat das feststellen müssen, Erwin SCHRÖDINGER spricht von den "Antinomien der Quantenmechanik" und meint, dass die "Verschränkung" die eigentlich wesentliche Neuerung der Quantenmechanik sei. Er schrieb:²⁹ "Wenn zwei Systeme in Wechselwirkung treten, treten, wie wir gesehen haben, nicht etwa ihre ψ -Funktionen in Wechselwirkung, sondern die hören sofort zu existieren auf und eine einzige für das Gesamtsystem tritt an ihre Stelle."

Unter "Verschränkung" verstehen wir die Tatsache, dass zwei (oder mehrere) Teilchen zu einem einzigen Zustand zusammengeführt (Fachausdruck: verschränkt) werden können, wobei dann nicht mehr von zwei (oder mehreren) Teilchen gesprochen werden kann, ohne sofort in unaufgelöste Widersprüche zu fallen. Das so genannte EPR-Paradoxon ist das eindrucksvollste Beispiel dafür.³⁰ Daraus können wir lernen, dass die Reduktion der Teilchen auf Materie (auf naturische Monaden) zum dialektischen Umschlag führt, der das Zulassen von Aporien (SCHRÖDINGER: Antinomien) erzwingt. Ich schlage daher vor, in naturphilosophischen Betrachtungen nicht vom Atomon (Elementarteilchen) auszugehen, sondern von Urelementen, die die Aporie in sich mitnehmen. Unter *Aporon* verstehe ich die Einheit von Teilchen und Kommunikation, es ist somit zugleich Individuum und Gemeinschaft, Ganzes und Teil. Der Begriff *Aporon* soll verdeutlichen, dass das Seiende nur aporetisch verstanden werden kann: Als Einheit, die Vielheit voraussetzt um kommuniziert werden zu können. Die Elemente des Seienden sind demnach nicht "Körper im Raum", sondern als *Aporon* selbstwidersprüchliche Identitäten, die zugleich abgeschlossen (fensterlos) und kommunikativ vereint sind. Der Begriff *Aporon* ähnelt dem Ansatz des japanischen Naturphilosophen NISHIDA, der von einer "absolut widersprüchlichen Selbstidentität" ausgeht.³¹

Das soeben Gesagte wird durch die Quantenmechanik gestützt, wobei freilich in der Physik die Aporie erscheint, aber nicht in einem Begriff erfasst werden kann. Verschränkung und verschränkte Teilchen bleiben nicht nur unterschieden, sondern auch begrifflich getrennt.

Nun möchte ich aber den Begriff des *Aporon* nicht auf den Mikrokosmos (im Modell durch die Quantenmechanik beschrieben) beschränken. Im Sinne der Monadologie von LEIBNIZ kann ich auch große Körper (etwa Sterne und Planeten) als *Aporon* auffassen.³² Was bei Elementarteilchen die Verschränkung, ist dann (nach meiner Vorstellung) die Gravitation.³³ Auch das wird von der Physik (in diesem Falle von der

²⁶) LEIBNIZ: Monadologie, Absatz 7.

²⁷) LEIBNIZ: Monadologie, Absatz 78.

²⁸) LEIBNIZ: Monadologie, Absatz 61.

²⁹) Erwin SCHRÖDINGER (Arbeit in 3 Teilen): Die Naturwissenschaften 23 (1935) 807, 823, 844; § 15.

³⁰) Siehe H. PIETSCHMANN: Quantenmechanik verstehen. Springer Verlag, Berlin (2003), 105 f.

³¹) Ich danke Kollegin Hashi HISAKI für diesen Hinweis.

³²) Ich danke Hans-Dieter KLEIN für fruchtbare Diskussionen zu diesem Punkt.

³³) Achtung! Dies ist eine Analogie, keine Deduktion!

Allgemeinen Relativitäts-Theorie) nahe gelegt, da Massen und Gravitation nicht getrennt werden können. Der Sinn der Gravitation liegt dann in der Selbstvermittlung des Außereinanderseins! Raum kann dann schon vor der Frage nach seiner Erkenntnis verstanden werden.

Nun haben wir aber betont, dass Raum und Zeit nicht getrennt werden können. Außereinander sind Körper nicht im Raum, sondern in der Raum-Zeit, im Sinne von "Jetztten". Nur zeitartige Jetzt-Paare können miteinander kommunizieren! Damit muss nun die Frage nach der "Substanz" (ARISTOTELES) oder "Idee" (PLATON), also nach der "Selbst-Identität" beantwortet werden.

Auch in diesem Fall lasse ich mich von den Prinzipien des Modells leiten, ohne sie direkt zu übernehmen. (Der Begriff "Dauer", wie er in der philosophisch-naturwissenschaftlichen Arbeitsgemeinschaft geprägt worden ist,³⁴ kann wegen seiner Trennung vom Raum-Begriff nicht aufrecht erhalten werden.)

Ein Aporon als selbst-widersprüchliche Identität ist zwar zugleich Teil und Ganzes (durch die unabtrennbare Kommunikation), muss aber gerade deshalb unterscheiden zwischen Selbst-Kommunikation und Fremd-Kommunikation. Im ersten Falle sind Sender und Empfänger "identisch", im letzteren unterschieden (aber nicht getrennt!). Ich habe "identisch" in Anführungszeichen gesetzt, um anzudeuten, dass diese Identität erst durch die Möglichkeit der Selbst-Kommunikation gezeugt wird! "Substanz" ist nicht in Seinsbegriffen zu verstehen, es ist ein beständiges "Selbst-Werden", eine Re-Identifikation des Entstandenen mit seinem Ursprung.

Im Modell der Physik spricht man von "Selbst-Energie" (auch Selbst-Masse), die untrennbar mit jeder Wechselwirkung zwischen Teilchen verbunden ist.

Ich bin mir bewusst, dass diese Gedanken insofern unvollständig sind, als sie sich auf die Gravitation beschränken. Die weiteren Grundkräfte sind zu einem umfassenden Verständnis der Natur unerlässlich, ich möchte aber meine diesbezüglichen Überlegungen sorgfältiger ausdenken, ehe ich mich zu einer schriftlichen Darlegung entschließe.

³⁴) Siehe G. SCHWARZ: Raum und Zeit ..., a.a.O.