

Published in: *Allgemeine Zeitschrift für Philosophie*:
Heft 35.2/2010
Spinozistische Feldmetaphysik und physikalisches Materieverständnis
Pages 105-122
DOI: n/d
URI: <http://hdl.handle.net/20.500.11850/22398>

Current affiliation of author (January 2021):
Theoretische Philosophie,
Universität Bremen
www.uni-bremen.de/theophil/sieroka

Zusammenfassung

Im vorliegenden Aufsatz wird Jonathan Bennetts feldmetaphysische Spinoza-Interpretation feldtheoretischen Ansätzen der modernen Physik gegenübergestellt. Dabei geht es – entsprechend der breiten Palette, die Bennett und ihm nachfolgende Autoren aufgebieten haben – um klassische wie quantisierte Feldtheorien, insbesondere auch um verschiedene Formen von Geometrodynamiken und die Bemühungen Einsteins und anderer um eine Vereinheitlichte Feldtheorie. Die zentrale Frage, die dabei angegangen wird, ist die nach der Möglichkeit einer tragfähigen Analogie zwischen moderner Feldphysik und Spinozas Metaphysik, und damit auch die Frage nach der allgemeinen Möglichkeit einer spinozistischen Philosophie der Natur. Eine solche Analogie scheint tatsächlich greifbar, hängt aber, wie die Diskussion zeigen wird, in zentraler Weise von der Interpretation der Unterscheidung zwischen finiten und infiniten Modi bei Spinoza ab.

Summary

This paper contrasts Jonathan Bennett's field metaphysical interpretation of Spinoza with field theoretic approaches from modern physics. Following on from the variety of examples given by Bennett and his followers, this discussion encompasses both classical as well as quantum field theories; in particular, different versions of geometrodynamics and the attempts by Einstein and others towards a unified field theory. This then leads to the question of whether a sustainable analogy between modern field physics and Spinoza's metaphysics (and hence a Spinozian philosophy of nature) is possible at all. Such an analogy seems available, but — as the discussion will show — it is strongly dependent on the interpretation of Spinoza's distinction between finite and infinite modes.

Spinozistische Feldmetaphysik und physikalisches Materieverständnis

Norman Sieroka

1. Einleitung

Jonathan Bennett hat Spinozas Ethik im Sinne einer Feldmetaphysik interpretiert, insbesondere um so dessen Substanzmonismus plausibel rekonstruieren zu können. Nach dieser Interpretation ist der Raum (bzw. die Raumzeit) als Ganzes die eine ausgedehnte Substanz, und was einem vermeintlich als ein einzelner materieller Gegenstand erscheint, reduziert sich auf lokale Eigenschaften dieser Substanz.¹ Materielle Gegenstände treten also streng genommen nicht länger als Subjekte von Prädikationen auf. Sie sind nicht mehr etwas, dem Eigenschaften und Relationen zugeschrieben werden können. Sie sind vielmehr umgekehrt etwas, das etwas anderem – nämlich dem Raum – als Eigenschaft zugeschrieben wird. Nicht mehr dieser Tisch vor mir hat diese oder jene Eigenschaften, sondern der Raum vor mir ist „tischig“.²

Die Diskussion, die Bennett damit ausgelöst hat, ist unter den Schlagworten einer „subjektivistischen“ gegenüber einer „adjektivistischen“ Interpretation von Spinozas Substanz- bzw. Materiebegriff bekannt geworden; also eben genau dem Unterschied, ob auf fundamentaler Ebene von einzelnen Körpern als von Substantiven (wie etwa Tischen) gehandelt werden sollte oder als von Adjektiven, die vom Raum prädiert werden (wie etwa „tischig“).³ Im Folgenden soll allerdings das Hauptaugenmerk nicht auf diese Debatte innerhalb der Spinoza-Forschung gelegt werden, sondern vielmehr auf die Frage, wie sich eine Feldmetaphysik zum physikalischen Materieverständnis und Feldbegriff verhält.

Es soll also keine neue oder gänzlich eigenständige Spinoza-Interpretation vorgelegt werden, sondern vielmehr die feldmetaphysische Interpretation Bennetts aufgegriffen und kontrastiert werden mit den dafür infrage kommenden feldtheoretischen Ansätzen der Physik. Darüber hinaus werde ich einige Überlegungen dazu anstellen, welche weitergehenden Fragen zu klären sind, um entscheiden zu können, ob eine tragfähige Analogie zwischen moderner Feldphysik und Spinozas Metaphysik überhaupt möglich ist. Es geht im Folgenden also auch nicht primär darum, einen spezifischen Beitrag zu irgendwelchen aktuellen Detailfragen innerhalb der

1 Die einschlägige Passage hierzu – von der Bennett behauptet, seine Spinoza-Interpretation sei die einzige, die sie befriedigend explizieren könne – ist das Scholium zum 15. Lehrsatz im ersten Teil der *Ethik*: „[...] dass die Materie überall dieselbe ist und Teile sich in ihr nur insofern unterscheiden lassen, als wir die Materie als in verschiedener Weise affiziert begreifen, worin ihre Teile nur modal, nicht aber real unterschieden sind. Beispielsweise begreifen wir, dass Wasser, insofern es Wasser ist, sich teilen lässt und dass sich seine Teile voneinander trennen lassen, nicht aber, insofern es körperliche Substanz ist; in dieser Hinsicht lässt es sich nämlich weder teilen noch trennen. Ferner, insofern es Wasser ist, entsteht und vergeht Wasser; doch insofern es Substanz ist, entsteht und vergeht es nicht“ (Spinoza, *Ethik I*, p15s; zit. nach der deutschen Übersetzung von W. Bartuschat in: Baruch de Spinoza, *Ethik in geometrischer Ordnung dargestellt*. Lateinisch-deutsch. Neu übersetzt, herausgegeben und mit einer Einleitung versehen von Wolfgang Bartuschat, Hamburg 2007).

2 Siehe Jonathan Bennett, *A Study of Spinoza's Ethics*, Indianapolis 1984, 89-90, der hier von Aspekten von Eigenschaften als von „Strings“ spricht, wobei „Strings“ kontinuierliche Mengen von Punkten der Raumzeit meinen (und also nicht mit den gleichnamigen Objekten zu verwechseln sind, über die in der Teilchenphysik spekuliert wird).

3 Vgl. etwa Edwin Curley, *Behind the Geometrical Method: A Reading of Spinoza's 'Ethics'*, Princeton 1988, im Gegensatz zu Jonathan Bennett, „Spinoza's Metaphysics“, in: D. Garrett (Hg.), *The Cambridge Companion to Spinoza*, Cambridge 1996, 61-88.

analytischen Philosophie der Physik zu leisten. Denn diese operiert zumeist in einem philosophisch wie physikalisch engeren Rahmen.⁴ Demgegenüber sollen im vorliegenden Aufsatz allgemeine Aspekte für eine metaphysische Inanspruchnahme der modernen Physik herausgearbeitet und durch einige eigene Interpretationsideen ergänzt werden, die die Möglichkeit einer umfassenden Philosophie der Natur betreffen.

Dass ich mich dabei im Folgenden auf einzelwissenschaftlicher Seite ausschließlich auf die Physik beziehe, ist im Kontext der Bennett'schen Spinoza-Interpretation durchaus gerechtfertigt. Denn dieser stützt seine Interpretation an mehreren Stellen durch den Hinweis, wie gut sie sich an die moderne Physik anschließen lasse. Er schreibt beispielsweise: „Something like the metaphysic I have attributed to Spinoza is considerably in vogue among physicists today“. Einige Seiten zuvor heißt es sogar: „The contemporary view in physics is a *version* of Spinoza's own position“.⁵ Dieser Verweis auf die moderne Physik ist auch deshalb diskussionswürdig, weil Bennett sich zum einen auf Michael Faraday und die von ihm mitbegründete *klassische* Feldtheorie der Elektrodynamik bezieht. Zum anderen spricht Bennett aber auch über Quarks, also über subnukleare Teilchen, deren Beschreibung in den Bereich der *Quantenfeldtheorie* fällt. Doch klassische Feldtheorie und Quantenfeldtheorie sind zwei unterschiedliche Typen von physikalischen Theorien, so dass bezweifelt werden mag, ob man sich gleichzeitig affirmativ auf beide beziehen kann.

Weiterhin ist bereits allein Bennetts Bezugnahme auf Faraday inhaltlich problematisch. Bennett kombiniert nämlich in einem einzelnen Satz folgende zwei Behauptungen: Erstens sei nach Faraday ein Atom ein Punkt mit einer ihn umgebenden Atmosphäre von Kräften; zweitens identifiziere Faraday Materie mit dieser Atmosphäre von Kräften.⁶ Ungeachtet dessen, was Faraday selbst hier geglaubt haben mag, wäre eine Bemerkung von Seiten Bennetts angebracht, wie man sich dann das Verhältnis von Atom zu Materie bzw. den „Aufenthaltort“ von Atomen vorzustellen habe. Denn wenn die Materie nur aus Atmosphären von Kräften besteht, die den Raum erfüllen, warum dann die zusätzliche Annahme punktförmiger Atome? – Diese Frage ist durchaus keine Beckmesserei, weil hier nämlich die Übergänge zwischen einer Spinozistischen und einer Leibniz'schen Materievorstellung, von der sich Bennett gerade vehement abgrenzen möchte, nahezu fließend sind.⁷ Wenn man punktförmige Atome annimmt, liegt es durchaus nahe, diese als „unextended substances“ zu interpretieren. Betrachtet

4 Siehe hierzu Hans Günter Dosch / Volkhard F. Müller / Norman Sieroka, *Quantum Field Theory in a Semiotic Perspective*, Berlin 2005, 27-40. Dort wird (speziell für den Kontext der Quantenfeldtheorie, auf die unten noch genauer einzugehen sein wird) sowohl der enge Rahmen eines wissenschaftlichen Realismus kritisiert als auch die häufige systematische Ausklammerung bestimmter – empirisch durchaus erfolgreicher – physikalischer Ansätze.

5 Bennett, *A Study of Spinoza's Ethics* (Anm. 2), 92 bzw. 84.

6 Laut Bennett (ebd., 91) ist es Faraday gewesen, „who held that an atom is a point with an atmosphere of force grouped around it“, and who identified matter with that „atmosphere of force“. Diese Bezugnahme auf Faraday ist übrigens auch historisch problematisch, da Faraday selbst nicht in einer spinozistischen Tradition gestanden hat. Für seine Feldtheorie wie auch für das Konzept von Massenpunkten (siehe unten) war vor allem die *Theoria philosophiae naturalis redacta ad unicam legem virium in natura existentium* von R. J. Bošković (Venedig 1763) ein wichtiger Ausgangspunkt.

man nun noch die Atmosphäre von Kräften als durch die Atome *verursacht*, so ergibt sich genau die Sichtweise, „that the extended world is an appearance to us of an unextended reality“. Doch das ist laut Bennett gerade „Leibniz’s option, and it is one of Spinoza’s glories that he did not take it“.⁸

Schließlich bedarf die Berufung auf die Feldphysik einer eingehenden Betrachtung, weil sich mittlerweile weitere Philosophen einer ähnlichen Spinoza-Interpretation angeschlossen und dabei weitere physikalische Theorien ins Spiel gebracht haben. So bezieht sich Peter Rohs, was die Physik betrifft, in seinem Entwurf einer feldmetaphysischen Naturbeschreibung vor allem auf die Allgemeine Relativitätstheorie; und sein Schüler Michael Esfeld vertritt einen physikalistischen Holismus, den er (zumindest teilweise) mit Spinoza in Verbindung bringt und der über das quantenmechanische Phänomen der Verschränkung motiviert ist.⁹ Nimmt man also Bennett, Rohs und Esfeld zusammen, könnte man – überspitzt formuliert – den Eindruck bekommen, Spinoza habe, ungeachtet ihrer erheblichen konzeptionellen Unterschiede, sämtliche physikalischen Theorien des 19. und 20. Jahrhunderts antizipiert. Grund genug also, hier etwas genauer hinzuschauen.

Die folgende Untersuchung gliedert sich in vier Abschnitte. Zunächst werde ich Bennetts Bezugnahme auf die klassische Feldtheorie kritisch behandeln. Dann werde ich auf die so genannte Vereinheitlichte Feldtheorie und moderne Geometrodynamiken eingehen, da sich deren physikalisch-mathematische Ambitionen – wie ich kurz am Fall Einsteins erläutern werde – als die eines adjektivischen Materieverständnisses im Sinne Spinozas explizieren lassen. Danach werden Bennetts Bemerkungen über Quarks bzw. das allgemeine Materieverständnis innerhalb der (axiomatischen) Quantenfeldtheorie behandelt. In diesem Zusammenhang greife ich insbesondere die Unterscheidung zwischen infiniten und finiten Modi auf, die gegenwärtig in der Spinoza-Forschung einige Beachtung findet und die für eine Interpretation der Physik, wie mir scheint, fruchtbar aktualisiert werden kann. Den Abschluss bildet eine Zusammenfassung mit einem Ausblick darauf, welche Optionen einer weiterführenden und physikalisch tragfähigen Explikation der Spinozistischen Feldmetaphysik offenstehen.

7 Vgl., auch wenn dort die Leibniz’sche Materievorstellung einer Cartesischen statt einer Spinozistischen gegenübergestellt wird, Norman Sieroka, „Geometrisation versus Transcendent Matter: A Systematic Historiography of Theories of Matter Following Weyl“, erscheint in: *British Journal for the Philosophy of Science*.

8 Bennett, *A Study of Spinoza’s Ethics* (Anm. 2), 103. Überhaupt erscheint Bennett, was die Frage der Räumlichkeit von punktförmigen bzw. unendlich kleinen (dünnen) Gegenständen betrifft, „topologisch naiv“. Seine Argumente gegen die Existenz eines Vakuums bzw. gegen einen „container view of space“ (ebd., 102-105), die von einer unendlich dünnen Futterseite eines Handschuhs bzw. der Vernichtung eines kleinen Kieselsteinchens handeln, sind jedenfalls in der vorliegenden Form kaum haltbar.

9 Siehe Peter Rohs, *Feld – Zeit – Ich*, Frankfurt a. M. 1996, bzw. Michael Esfeld, „Ontischer Holismus versus methodischer Reduktionismus – Ein Widerspruch in der Naturphilosophie von Descartes und Spinoza“, in: *Philosophia Naturalis* 32 (1995), 71-99, und Michael Esfeld, „Feldontologie und moderne Physik“, in: M. Willaschek (Hg.), *Feld – Zeit – Kritik*, Frankfurt a. M. 1997, 63-81.

2. Bennett und die klassische Feldtheorie

Der Begriff „Feld“ bezeichnet in der Physik allgemein eine Zuordnung zwischen Raum-Zeit-Punkten und irgendwelchen Eigenschaften. Ein Beispiel aus dem Alltag wäre etwa die Wetterkarte der „Tagesschau“. Hier wird Orten wie Frankfurt und Hamburg für den nächsten Tag – also für einen bestimmten Zeitpunkt – eine bestimmte Eigenschaft, nämlich die Temperatur oder auch die Windstärke und Windrichtung, in Form numerischer Werte zugeordnet.

Historisch hat sich die Feldtheorie innerhalb der Physik im 18. und 19. Jahrhundert vor allem im Kontext der Kontinuumsmechanik und Hydrodynamik entwickelt.¹⁰ Möchte man beispielsweise den Fluss von Wasser durch ein Rohr beschreiben, so kann es praktischer sein, statt die Bahnen der einzelnen Wasserteilchen im Rohr zu verfolgen, die Orte im Rohr sozusagen festzuhalten und für jeden Zeitpunkt anzugeben, wie schnell gerade die Bewegung an einem bestimmten Ort ist und welche Richtung sie hat – ungeachtet dessen, welches der vielen Teilchen es nun genau ist, das jetzt gerade „vorbeischwimmt“.

Dieses Beispiel zeigt bereits das zentrale Problem auf, möchte man aus der Physik eine Feldmetaphysik gewinnen. Denn offensichtlich ist der Wechsel von der Rede über Trajektorien oder Wege, die einzelne Wasserteilchen im Rohr zurücklegen, zur Rede über ein Geschwindigkeitsfeld im Rohrrinneren zunächst nur ein Wechsel in der Beschreibung. Mit ihm sind noch keine ontologischen Konsequenzen und insbesondere nicht das Aufgeben eines substantiellen (und damit auch eines im obigen Sinne „subjektivistischen“) Materiebegriffs verbunden.

Im eben genannten Fall der Wetterkarte wäre es sogar eher abwegig, in Analogie zum Beispiel des Wasserrohrs die 17° Celsius aus dem Westerwald von heute mit den 17° Celsius im Taunus morgen in Verbindung setzen zu wollen. Statt dessen nimmt man allgemein an, dass (genau wie bei der Bewegung des Wassers im Rohr) die Temperatur einzelne substantielle Träger hat, nämlich die Luftmoleküle. Je nachdem, wie schnell sich diese vielen Moleküle im Mittel bewegen, ist es wärmer oder kälter. – Das gleiche gilt auch für die Beispiele, die Bennett zur Illustration seiner Position liefert. Er nennt hier die Schamesröte auf einem Gesicht und das Tauwetter, das übers Land zieht.¹¹ Dabei ist die feldmetaphysische Interpretation, die er anstrebt, nicht ausgeschlossen, aber sie erscheint eher abwegig. Denn zunächst würde man wohl an substantiellen Trägern dieser Erscheinungen festhalten wollen, nämlich am zirkulierenden Blut im Fall der Schamesröte und an sich bewegenden Luftmolekülen im Fall des Tauwetters. Die Redeweise, dass das Tauwetter übers Land zieht, ist, wenn sie strikt nicht-subjektivisch

10 Vgl. Max Jammer, „Feld, Feldtheorie“, in: J. Ritter (Hg.), *Historisches Wörterbuch der Philosophie*, Bd. 2, Basel / Stuttgart 1972, 923-926. (Jammer betrachtet das Aufkommen der Feldtheorie weitgehend als eine Konsequenz der historischen Entwicklung der Mathematik. Denn während die teilchentheoretischen Darstellungen in der Physik mathematisch allein auf so genannten *gewöhnlichen* Differentialgleichungen beruhen, benötigen feldtheoretische Darstellungen *partielle* Differentialgleichungen; und die konnten erst im Laufe des 18. Jahrhunderts behandelt werden.)

11 Siehe Bennett, *A Study of Spinoza's Ethics* (Anm. 2), 89, 95.

gemeint ist, von der gleichen Art wie die, dass die 17° Celsius vom Westerwald in den Taunus ziehen.

Nun mag man Bennett zugestehen, dass Illustrationen mit Alltagsbeispielen immer etwas problematisch sind – und dass sie eben besonders problematisch sind, wenn man an so „alltagsferne“ Phänomenbereiche wie die moderne Physik anschließen möchte. Doch auch die klassische Elektrodynamik, auf die Bennett sich bezieht, löst die genannte Problematik nicht auf. Es wird zwar in der Elektrodynamik kein separater Träger des elektrischen Feldes in Form etwa eines Äthers angenommen. Allerdings ist damit die Annahme einzelner substantieller Eigenschaftsträger noch nicht völlig aufgegeben. Denn auch wenn die elektrische Feldstärke an den Punkten der Raumzeit nicht von einem Äther oder dergleichen getragen wird, nimmt man in der Elektrodynamik doch Ladungen an, die eben die spezifische Verteilung der Feldstärke erzeugen, durch die dann wiederum umgekehrt die Bewegung der Ladungen bestimmt wird. – Etwas ganz Ähnliches gilt für die klassische Feldtheorie der Gravitation, die Allgemeine Relativitätstheorie: Auch hier geht man weiterhin von der Existenz von Materie aus. Die Verteilung dieser Materie bestimmt die Krümmung der Raumzeit, während umgekehrt die Krümmung der Raumzeit die Bewegung der Materie bestimmt. Von einem rein adjektivischen Materieverständnis in den klassischen Feldtheorien kann also keine Rede sein. In ihnen gibt es vielmehr, wie in den klassischen Teilchentheorien, einen Dualismus von Raum und Materie im Sinne von Gefäß und (eigenständigem) Inhalt. Dieser Dualismus ist bis zu einem gewissen Grade bereits in der Definition des Feldes angelegt. Denn in ihrer allgemeinen Formulierung (wie sie oben angegeben wurde und wie sie für klassische wie auch für Quantenfelder gültig ist) sind Felder Zuordnungen, d.h. sie drücken mathematisch funktionale Zusammenhänge zwischen Elementen zweier Mengen aus.¹² – Aber wie wäre es dann, wenn man eine Art geometrischer Reduktion vornimmt, und an die Stelle der Zuordnung zwischen Raum und Materie eine Zuordnung zwischen Raum und räumlichen (geometrischen) Eigenschaften setzt? Damit wäre in der Tat der Dualismus in gewisser Hinsicht überwunden. Denn an die Stelle der Annahme eines Gefäßes und eines (andersartigen) Inhalts träte quasi eine Zuordnung zwischen Gebieten und deren intrinsischen Eigenschaften, eine Zuordnung zwischen Portionen und Qualifizierungen der Ausdehnung.

12 Der formale Unterschied zwischen Quantenfeldern und klassischen Feldern besteht darin, dass bei Quantenfeldern den Orts- und Raumpunkten nicht mehr Zahlen zugeordnet werden, sondern kompliziertere mathematische Gebilde (Operatoren), die nicht mehr, wie in der klassischen Physik, direkt zu Messgrößen in Beziehung gesetzt werden können.

3. Vereinheitlichte Feldtheorie und moderne Geometrodynamik

Es gab in der Physik zu Beginn des vergangenen Jahrhunderts in der Tat Bemühungen, die in die Richtung einer solchen geometrischen Reduktion zielten. Diese Projekte sind unter dem Namen „Vereinheitlichte Feldtheorien“ bekannt geworden; wichtige Namen in diesem Zusammenhang sind Gustav Mie, David Hilbert, Hermann Weyl und Albert Einstein.¹³ Insbesondere Einstein versuchte in seinen letzten Lebensjahrzehnten, die Eigenschaften von Materie allein über die Maßverhältnisse der Raumzeit zu explizieren.¹⁴ Die Masse etwa sollte hier im Rahmen einer klassischen Theorie aufgelöst werden in Orte der Raumzeit, an denen die Krümmung besonders hoch ist. – Einen solchen Ansatz kann man im Sinne Spinozas bzw. Bennetts als strikten Substanzmonismus mit einem adjektivischen Materieverständnis begreifen. Denn hier reduziert sich, wie gerade angedeutet, die Materie auf die geometrischen Eigenschaften der Raumzeit; sie ist nichts anderes als die Geometrie der Raumzeit.

Dieser enge Zusammenhang zwischen einem Spinozistischen Materieverständnis und der Vereinheitlichten Feldtheorie von Einstein hat meines Wissens bisher wenig Beachtung gefunden. Mendel Sachs erwähnt ihn zwar kurz in einem Aufsatz aus dem Jahre 1976.¹⁵ Doch diese Arbeit ist vor allem als eine Kritik an einer Ideengeschichte Kuhn'scher Prägung intendiert und wurde entsprechend innerhalb der Spinoza-Forschung kaum differenziert wahrgenommen.¹⁶ Dies ist umso bedauerlicher, als sich eine genauere Analyse des Verhältnisses von Vereinheitlichter Feldtheorie zu Substanzmonismus durchaus als philosophie- und wissenschaftshistorisch aufschlussreich erweisen könnte. Immerhin ist von Einstein

13 Gute Überblicksdarstellungen zur Physik bieten Wolfgang Pauli, „Relativitätstheorie“, in: A. Sommerfeld (Hg.), *Encyklopädie der mathematischen Wissenschaften mit Einschluss ihrer Anwendungen*, Bd. 5 / 2, Leipzig 1921, 539-775, und Vladimir Pavlovich Vizgin, *Unified Field Theories in the First Third of the 20th Century*, Basel 1994. Für den philosophiehistorischen Hintergrund bzw. die philosophischen Ambitionen dieser Ansätze siehe Hermann Weyl, *Philosophie der Mathematik und Naturwissenschaft*, München 1927, 127-132, sowie John C. Graves, *The Conceptual Foundations of Contemporary Relativity Theory*, Cambridge (Mass.) 1971. – Der physikhistorische Ausgangspunkt für die Ansätze zu einer Vereinheitlichten Feldtheorie waren insbesondere die folgenden Arbeiten, die noch vor der Aufstellung der Allgemeinen Relativitätstheorie entstanden: Gustav Mie, „Grundlagen einer Theorie der Materie“, in: *Annalen der Physik* 37 (1912), 511-534, sowie *Annalen der Physik* 39 (1912), 1-40. Mie zufolge sollten beispielsweise Ladungen als Singularitäten des elektrischen Feldes interpretiert werden, d. h. als Orte, an denen die elektrische Feldstärke unendlich groß wird. (Er sprach hier von „Knotenstellen“ in einem „Weltäther“.)

14 Siehe exemplarisch Albert Einstein, „Einheitliche Feldtheorie von Gravitation und Elektrizität“, in: *Sitzungsberichte der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin* 1925, 414-419, und ders., „Auf die Riemann-Metrik und den Fernparallelismus gegründete einheitliche Feldtheorie“, in: *Mathematische Annalen* 102 (1930), 685-697.

15 Siehe Mendel Sachs, „Maimonides, Spinoza, and the Field Concept in Physics“, in: *Journal of the History of Ideas* 37 (1976), 125-131. (Der Autor assoziiert hier die Entwicklung in der Physik von Faradays klassischer Feldtheorie zu Einsteins Vereinheitlichter Feldtheorie mit der Entwicklung der philosophischen Positionen von Maimonides zu Spinoza.)

16 Bennett nennt die Arbeit von Sachs lediglich in einer Fußnote, wobei ihm zu entgehen scheint, wie pünktlich und zentral Sachs' innerphysikalische Unterscheidung zwischen den Positionen Faradays und Einsteins ist; siehe Bennett, *A Study of Spinoza's Ethics* (Anm. 2), 92.

bekannt, dass er sich mit Spinoza beschäftigt hat. Außerdem deuten die neueren Arbeiten von Cornelia Liesenfeld zur Spinoza-Rezeption Einsteins zumindest eine Richtung an, in der es einen Zusammenhang zwischen dieser Rezeption und der Arbeit an der Allgemeinen Relativitätstheorie und den weiteren feldtheoretischen Bemühungen Einsteins geben könnte.¹⁷ Ihrer Interpretation zufolge sind Einsteins Arbeiten aus dem *annus mirabilis* 1905 zu Photoeffekt, Brownscher Bewegung, spezifischer Wärme von Festkörpern und Spezieller Relativitätstheorie philosophisch vor dem Hintergrund des Empirismus von Hume und des Positivismus von Mach zu betrachten, der Einstein bis in die 1910er Jahre geprägt habe.¹⁸ Demgegenüber zeige sich in seinen Arbeiten zur Allgemeinen Relativitätstheorie und vor allem in den anschließenden Bemühungen um eine Vereinheitlichte Feldtheorie ein dezidiert spinozistischer Hintergrund, der insbesondere über den „*mos geometricus*“ und Spinozas Gottesbegriff verstanden werden könne. (Einstein hatte sich in den 20er Jahren explizit zum unpersönlichen Gott Spinozas bekannt, der sich laut ihm allein „in der gesetzlichen Harmonie des Seienden offenbart“.¹⁹)

Nun ist zwar ein spinozistischer Hintergrund sicherlich keine notwendige Bedingung, um an einer Vereinheitlichten Feldtheorie zu arbeiten; aber eine gewisse Affinität sollte doch offenkundig sein zwischen der spinozistischen Vorstellung, Gott sei identisch mit der Naturordnung („*deus sive natura*“), und dem Projekt, alle Physik in eine Art „Weltgeometrie“ aufzulösen. Denn immerhin kann eine solche Theorie nur dann sinnvoll angestrebt werden, wenn man von der Möglichkeit einer einheitlichen Weltbeschreibung überzeugt ist, die die gesamte Wirklichkeit quasi unter dem Attribut des Räumlichen fasst und dabei methodisch *more geometrico* verfährt, die also mathematische Gewissheit in Form von geometrischen Beschreibungen auf die kausalen Verknüpfungen der gesamten physikalischen Wirklichkeit zu übertragen vermag.²⁰ – Hieraus würde sich dann auch Einsteins Überzeugung erhellen, dass es sich bei der Quantenmechanik nicht um eine vollständige Theorie handeln kann.²¹ Denn zu den

17 Siehe Cornelia Liesenfeld, „Einsteins Zionismus – Einsteins Spinozismus“, in: S. Gehlhaar (Hg.), *Jüdische Fragen als Themata der Philosophie*, Cuxhaven 1996, 41-71 (insb. 49-50).

18 Vgl. ebd., 47-48.

19 „Ich glaube an Spinozas Gott, der sich in der gesetzlichen Harmonie des Seienden offenbart, nicht an einen Gott, der sich mit Schicksalen und Handlungen der Menschen abgibt“, so Einstein im Jahre 1929 auf die Anfrage des Rabbis Herbert Goldstein hin; vgl. Cornelia Liesenfeld, „Einsteins Spinozismus“, in: *Prima Philosophia* 4 (1991), 73-105, und Friedrich Dürrenmatt, *Albert Einstein*, Zürich 1979.

20 Wie genau diese „Übertragung“ im Anschluss an Spinoza zu verstehen ist, hängt zum einen davon ab, wie man mit der doppelten Bedeutung des lateinischen „*sequi*“ umgeht, das sowohl logisches „folgern“ als auch sachliches „folgen“ bedeutet; vgl. Wolfgang Bartuschat, „Einleitung“, in: Spinoza, *Ethik in geometrischer Ordnung dargestellt* (s. Anm. 1), XIV. Zum anderen hängt hier die Beziehung zwischen Mathematik und physikalischer Wirklichkeit von der Interpretation des Verhältnisses der Attribute Denken und Ausdehnung zueinander ab; siehe unten die kurze Diskussion der Lehrsätze 6 und 7 aus dem zweiten Teil der *Ethik* sowie, was Einstein betrifft, Liesenfeld, „Einsteins Spinozismus“ (Anm. 19), 79, 84.

21 Siehe Albert Einstein / Boris Podolski / Nathan Rosen, „Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality Be Considered Complete?“, in: *Physical Review* 47 (1935), 777-780. Vgl. auch Liesenfeld, „Einsteins Spinozismus“ (Anm. 19), 89 f.

Gewissheiten logischen Folgerns im Attribut des Denkens gehört auf der Seite des Attributs der Ausdehnung vermeintlich eine Form des Determinismus, der keine natürlichen Abläufe zulässt, die genuin probabilistisch sind. Und unter der zusätzlichen Annahme des Spinozistischen „*deus sive natura*“ könnte man diese Ablehnung eines Probabilismus in der Naturbeschreibung (wie ihn die Quantenmechanik annimmt) durchaus mit Einstein in der Formel „Gott würfeln nicht“ zusammenfassen wollen.

Zur Kontrastierung sei hier nochmals auf Leibniz verwiesen, demzufolge sich Materie gerade nicht auf Ausdehnung reduziert. Während bei Spinoza den physikalischen Kräften durch den Begriff der Modi Rechnung getragen wird und sie also dem Attribut der Ausdehnung zu- bzw. untergeordnet werden, sind Kräfte für Leibniz gerade keine Eigenschaft der Raumzeit, sondern machen die Materie zu einem eigenständigen Agens mit einer quasi „transzendenten Wirklichkeit“.²² Entsprechend lässt sich Leibniz' Materieverständnis nur schwerlich mit dem Projekt einer Vereinheitlichten Feldtheorie assoziieren, und bezeichnenderweise hatten auch diejenigen, die in den ersten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts ein eher Leibniz'sches Materieverständnis vertraten, deutlich weniger Probleme mit der Akzeptanz der Quantenmechanik.²³

Damit mag die vorliegende Untersuchung als abgeschlossen erscheinen: Spinozas Substanzmonismus passt auf die Vereinheitlichte Feldtheorie. Punkt. Doch das wäre kein befriedigendes Ende; weder philosophisch (siehe unten) noch physikalisch. Denn die Projekte zu einer Vereinheitlichten Feldtheorie konnten sich nicht durchsetzen; sie (und Einstein) wurden ab etwa 1930 unter Physikern sogar allgemein belächelt. – Der Grund ist intuitiv gut verständlich. Das, was man in der Physik gemeinhin als elementare Bausteine der Materie betrachtet, wie etwa Elektronen, tritt immer in bestimmten Massen- und Ladungsportionen auf. Alle Ladungen, die man misst, sind Vielfache einer Elementarladung; und auch die Masse von Elektronen ist immer die gleiche. Will man also wie in der Vereinheitlichten Feldtheorie die Materie vollständig auf die Eigenschaften des Raumes reduzieren, so muss man dieser Quantelung Rechnung tragen. Aber genau daran haben alle Ansätze, ob nun von Mie, Weyl oder Einstein, gekrankt.²⁴ Denn die klassische Feldtheorie ist eine Kontinuumstheorie, und es ist fast nicht möglich, ausgehend von ihren Differentialgleichungen auf eine lediglich diskrete Zahl von Lösungen zu kommen und also die diskreten Zahlenwerte für die Elementarladung oder die Masse eines Elektrons feldtheoretisch abzuleiten.

22 Damit bleibt Spinoza in gewisser Weise dicht an der Cartesischen Vorstellung von Materie (siehe – auch für weitere Literaturhinweise – Henry Allison, *Benedict de Spinoza: An Introduction*, New Haven / London 1987, 71). Zum Leibniz'schen Materieverständnis vgl. erneut Sieroka, „Geometrisation versus Transcendent Matter“ (Anm. 7).

23 Vgl. ebd. sowie – als Beispiel für einen solchen „modernen Leibnizianer“ – den bereits erwähnten Hermann Weyl, der sich genau mit dem Aufkommen der Quantenmechanik vom Projekt einer Vereinheitlichten Feldtheorie abgewandt hatte; siehe Weyl, *Philosophie der Mathematik und Naturwissenschaft* (Anm. 13), 132-134.

24 Siehe Pauli, „Relativitätstheorie“ (Anm. 13), 774-775. (Hinzu kommen dann jeweils noch Detailprobleme der einzelnen Ansätze; siehe ebd., 749-774.)

Auch ein weiteres Problem der Vereinheitlichten Feldtheorie dürfte intuitiv verständlich sein. Als man zu Beginn des vergangenen Jahrhunderts Ansätze für eine solche Theorie vorschlug, waren zwei Arten physikalischer Wechselwirkung bekannt, nämlich Gravitation und Elektromagnetismus. Dabei galt vielen Physikern die Allgemeine Relativitätstheorie als der Prototyp einer Feldtheorie, insofern sie eben eine geometrische Reduktion vornahm: Gravitation war nicht länger eine enigmatische Fernwirkung sondern schlicht eine Konsequenz der Krümmung der Raumzeit. Entsprechend hoffte etwa Weyl anfangs, nun auch die Elektrodynamik irgendwie in die Geometrie der Raumzeit einbinden zu können.²⁵ – Mittlerweile kennt man aber noch zwei weitere physikalische Grundkräfte, nämlich die starke und die schwache Wechselwirkung. (Die eine hält die Atomkerne zusammen, die andere ist u.a. für die Energieerzeugung auf der Sonne verantwortlich.) Doch wie sollte man das alles noch über Felder beschreiben, wenn diese zugleich so eng mit der Raumzeit zu assoziieren sind? Welche geometrischen Eigenschaften könnte die Raumzeit noch haben, um auf sie auch diese neuen Wechselwirkungsarten reduzieren zu können? – Eine Möglichkeit sind komplizierte Zusammenhängeverhältnisse der Raumzeit (inklusive so genannter „Wurmlöcher“), wie sie der Physiker John Wheeler um 1960 in seiner Geometrodynamik angenommen hat; auch kann man der Raumzeit eine Torsion, eine innere Verdrehung, zuordnen.²⁶ Aber für eine vollständige raumzeitliche Geometrisierung aller mittlerweile bekannten Wechselwirkungen genügt das bei weitem noch nicht.

Dennoch gibt es heute – wieder – klassische Geometrisierungsversuche (allerdings gehören sie nicht zu den Hauptströmungen der gegenwärtigen Physik). Der Grund für das leichte Wiedererstarken solcher Versuche ist der enge formale Zusammenhang, den man mittlerweile zwischen der Quantenfeldtheorie (genauer gesagt den Eichtheorien) und der Mathematik der Faserräume und Vektorbündel gefunden hat.²⁷ Um es etwas zu vereinfachen und zu veranschaulichen: Das Besondere dieser Geometrisierungsversuche liegt darin, dass sie neben der Raumzeit noch weitere mathematische Räume annehmen und über diese sozusagen „den Platz“ für die anderen physikalischen Wechselwirkungen schaffen. Analog zur Gravitation, die als Geometrodynamik der Raumzeit verstanden wird, wird dann beispielsweise die starke Wechselwirkung, die zwischen Quarks aufgrund von deren so genannter Farbladung auftritt, durch eine Geometrodynamik in einem „Farbraum“ beschrieben. Dieser

25 Siehe Hermann Weyl, „Gravitation und Elektrizität“, in: *Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin* 1918, 465-480.

26 Siehe John Archibald Wheeler, „Geometrodynamics and the Problem of Motion“, in: *Reviews of Modern Physics* 33 (1961), 63-78, und Charles W. Misner / John Archibald Wheeler, „Classical Physics as Geometry: Gravitation, Electromagnetism, Unquantized Charge, and Mass as Properties of Curved Empty Space“, in: *Annals of Modern Physics* 2 (1957), 525-603. Speziell zur Torsion siehe Friedrich W. Hehl, „Spin and Torsion in General Relativity“, in: *General Relativity and Gravitation* 4 (1973), 333-349. Vgl. auch Graves, *Conceptual Foundations* (Anm. 13), 268-288.

27 Siehe etwa Wolfgang Drechsler / Meinhard Edwin Mayer, *Fiber Bundle Techniques in Gauge Theories*, Berlin 1977, und dann Eckehard W. Mielke, *Geometrodynamics of Gauge Fields: On the Geometry of Yang-Mills and Gravitational Gauge Theories*, Berlin 1987.

Farbraum, so die Vorstellung, ist einzeln an jeden Punkt der Raumzeit „angeheftet“, und somit können Teilchen zugleich über die Gravitation und über die starke Wechselwirkung miteinander interagieren. (Entsprechendes gilt für die schwache und die elektromagnetische Wechselwirkung und deren „Räume“.)

Wollte man eine Spinozistische Feldmetaphysik ausgehend von der gegenwärtigen Physik aufbauen, so wären solche modernen Geometrodynamiken sicherlich eine nahe liegende Option.²⁸ Allerdings könnte man es auch über das Standardverständnis der Quantenfeldtheorie versuchen. Das soll nun kurz aufgezeigt werden, zumal es die Spinoza-Interpretation von Bennett wiederaufgreift und dabei zu einer differenzierteren Stellungnahme ihr gegenüber führt.²⁹

4. Bennett und die Quantenfeldtheorie

Bennett verweist bei seiner Bezugnahme auf die Quantenfeldtheorie (genauer gesagt auf Quarks) ausschließlich auf das populärwissenschaftliche Buch *The Dancing Wu Li Masters* von Gary Zukav (1979).³⁰ Allein das mag bereits eigentümlich erscheinen. Noch eigentümlicher ist allerdings Bennetts Hinweis, Quarks seien aufgrund ihrer Teilbarkeitseigenschaften als die „ultimate particles“ der Physik aufzufassen.³¹ Denn das Besondere oder Typische an Quarks im Vergleich etwa zu Elektronen ist, dass sie nur in Form von Aggregaten auftreten, nämlich als Pärchen oder als Dreierverbund. Versucht man, solche Verbunde aufzubrechen, so werden mit der Energie, die dafür nötig ist, wieder neue Quarks erzeugt; d.h., dass man nach dem „Zerreißen“ eines Quark-Paares nicht zwei einzelne Quarks, sondern zwei Paare vorliegen hat, die jeweils aus einem der beiden „alten“ und einem „neuen“ Partner bestehen. Bennetts Redeweise von „ultimate particles“ in Bezug auf Quarks trifft also insofern zu, als dass man diese nicht in *andere* Teilchen (im Sinne kleinerer Quark-Bestandteile) zerlegen kann. Allerdings kann man sie in immer neue Verbunde von Quarks teilen, so dass sie in einem gewissen Sinne gerade unendlich teilbar sind.

Die Annahme, es gäbe Quarks im Sinne einzelner „ultimate particles“, ist also mindestens problematisch. Und die Annahme, Quarks bildeten als Typ oder Genus die „ultimate particles“ der Physik, wäre sogar empirisch schlichtweg falsch. Denn als „fundamentale Bausteine“ der Physik gelten auch noch die Teilchen, die Wechselwirkungen übertragen (also etwa Photonen) und die so genannten Leptonen, deren prominentester Vertreter das Elektron ist. Dabei verhalten sich Letztere, was die Teilbarkeit betrifft, gerade nicht wie Quarks. Elektronen treten sehr wohl einzeln auf, und sie können, nach dem gegenwärtigen Stand des Wissens, nicht zerlegt werden. –

28 Ein zentrales Problem, das bestehen bliebe, dem hier aber nicht gesondert nachgegangen werden kann, ist die Frage nach dem Übergang zu einer echten *Quantentheorie*. Denn der Formalismus von Faserräumen und Vektorbündeln ist (physikalisch-mathematisch gesprochen) rein klassisch.

29 Für eine allgemeinverständliche Einführung in die Ansätze und Konzepte der verschiedenen Hauptströmungen der Quantenfeldtheorie siehe erneut Dosch / Müller / Sieroka, *Quantum Field Theory* (Anm. 4).

30 Siehe Bennett, *A Study of Spinoza's Ethics* (Anm. 2), 92.

31 Siehe ebd., 84, 93.

Das Einzige, was meine kritischen Anmerkungen an dieser Stelle zeigen sollen, ist die Problematik in Bennetts Versuch, die „ultimate particles“ der Physik über ihre Teilbarkeitseigenschaften aufdecken zu wollen.³² Plausibler scheint demgegenüber Bennetts ganz allgemeiner Hinweis, „ultimate particles“ würden über Felder beschrieben (was für Quarks wie Elektronen wie Photonen zutreffend wäre).³³

Die Frage nach der Tragfähigkeit einer feldmetaphysischen Interpretation der Quantenfeldtheorie sollte deshalb von Fragen der Teilbarkeit zunächst abgetrennt werden. Entsprechend werde ich nun einen anderen Weg wählen, um aufzuzeigen, inwiefern die Teilchen, mit denen es die moderne Physik zu tun hat, vielleicht doch noch als „adjectival on regions of space“ aufgefasst werden können. Dazu soll kurz ein Aspekt der Quantenfeldtheorie aufgezeigt werden, den Bennett gar nicht nennt, der sich hier aber geradezu aufzudrängen scheint:

In der (axiomatischen) Quantenfeldtheorie nimmt man einen eindeutig definierten, allgemeinen Grundzustand der Welt an, aus dem sich alle anderen möglichen Zustände der Welt ableiten lassen. Diesen Grundzustand bezeichnet man als Vakuum, und es sind quasi seine energetischen Anregungen, die den materiellen Gehalt der Welt darstellen. Allerdings darf man den Begriff des Vakuums hier nicht – wie bei Spinoza oder Descartes oder Leibniz – räumlich verstehen. Der Vakuumzustand der Quantenfeldtheorie wird vielmehr durch einen mathematischen Operator ausgedrückt, der seinerseits erst Raum-Zeit-Koordinaten zuzuordnen ist.

Die algebraische Beschreibung dieser Vorstellung von einem Grundzustand und seinen energetischen Anregungen ähnelt der von Schwingungen bei Saiteninstrumenten. In der Quantenfeldtheorie werden sozusagen die Grundschnwingungen und Oberschnwingungen des Vakuumzustands mit der Existenz von Teilchen assoziiert. Der Vergleich mit Spinozas Substanzmonismus liegt nahe, wenn man etwa an folgende Bemerkung von Bennett denkt: „Finite bodies do indeed relate to the extended world as blushes do to faces“.³⁴ Das quantenfeldtheoretische Analogon wäre dann also: Teilchen verhalten sich in der Tat zum Grundzustand der Welt wie mechanische Anregungen zu Saiten.

Diese Analogie erstreckt sich sogar auf die Terminologie. Denn auch in der heutigen Physik gibt es die Redeweise von den Anregungen einer Saite als „Moden“.³⁵ Hier hat sich das lateinische Lehnwort „modus“ gehalten; die „Art und Weise“ der Schwingung (die Anzahl der Wellenberge und -täler auf einer Saite) bezeichnet man als

32 Laut Bennett, „Spinoza’s Metaphysics“ (Anm. 3), 63, glaubte Spinoza, dass alles, was materiell ist, auch ausgedehnt ist und dass jedes ausgedehnte Ding in Teile zerlegt werden kann. – Nach dem, was hier zu Quarks und Elektronen gesagt wurde, dürfte hoffentlich deutlich sein, dass diese Annahmen in Anwendung auf die moderne Physik problematisch sind bzw. genauer qualifiziert werden müssten.

33 Siehe Bennett, *A Study of Spinoza’s Ethics* (Anm. 2), 84.

34 Bennett, „Spinoza’s Metaphysics“ (Anm. 3), 69.

35 In dem Sinne, wie Spinoza den Begriff „modus“ etwa im Satz „corpus humanum plurimis modis afficitur“ (Spinoza, *Ethik II*, p14d) benutzt, könnte man ihn also auch auf die Physik der Saiteninstrumente übertragen („filum plurimis modis afficitur“).

Schwingungs*mode*. – „A pebble is a mode of the one substance“, heißt es bei Bennett.³⁶ Analog macht es in der Quantenfeldtheorie Sinn zu sagen: Ein Elektron ist eine Mode (eine Anregung, „Affektion“) des einen Grundzustands der physikalischen Welt. Allerdings ist es damit noch nicht eine Mode der Raumzeit, vermeintlich also auch kein Modus der Ausdehnung. Denn der Vakuumzustand ist, wie erwähnt, nichts Räumliches, sondern muss selbst erst Raum-Zeit-Koordinaten zugeordnet werden.

Die Analogie zwischen den Begriffen der modernen Physik und der Spinozistischen Metaphysik ist also einerseits frappant, stößt aber auch recht bald an ihre Grenzen, wenn man versucht, nicht nur Teilchen mit Modi, sondern auch den Vakuum- oder Grundzustand mit dem Attribut der Ausdehnung zu identifizieren. Aber dieser Schritt ist vielleicht auch gar nicht notwendig, bzw. könnte man sich hier einer Unterscheidung Spinozas bedienen, auf die Bennett im Zusammenhang seines adjektivischen Materieverständnisses leider kaum eingeht, nämlich derjenigen zwischen finiten und infiniten Modi.³⁷

Wie kürzlich Alan Gabbey aufgezeigt hat, ist die Unterscheidung zwischen diesen beiden Arten von Modi nämlich nicht so sehr im Sinne eines Gegensatzes von endlich und unendlich zu lesen, sondern im Kontext grammatikalischer Ausdrucksweisen.³⁸ Was grammatikalisch bei einem „*modus infinitus*“ (auch „*modus infinitivus*“ oder „*modus indefinitus*“) vorliegt, ist keine Unendlichkeit im Sinne einer Angabe zur mathematischen Mächtigkeit, sondern eine Unbestimmtheit bezüglich der grammatischen Person. Ein „Infinitiv“ ist gerade eine Verbform ohne Personalendung, also gerade keine „finite“ Verbform. Übertragen auf Spinozas System wäre ein „*modus infinitus*“ dementsprechend eine unbestimmte (keine unendliche) Modifikation eines Attributs; d.h., er spezifiziert keine Einzeldinge, ist aber auch keine abstrakte Universalie.

Spinoza selbst hat als infinite Modi, die zum Attribut der Ausdehnung gehören, Ruhe und Bewegung genannt.³⁹ Man kann dies so verstehen, dass sich jede „Portion“ Ausdehnung primär nur dadurch von ihrer Umgebung unterscheiden kann, dass sie sich im Vergleich zu dieser in Ruhe oder Bewegung befindet (andere Unterscheidungsmerkmale wie etwa Gestalt und Farbe wären demgegenüber sozusagen sekundär und würden erst im Kontext der finiten Modi aus dem Attribut folgen).⁴⁰ Die infiniten Modi der Ausdehnung abstrahieren also von allen konkreten Zuständen der physikalischen Körper (d.h. der finiten Modi), werden aber als Prädikat von jedem körperlichen Zustand ausgesagt. Neben diesem „logischen Aspekt“, wie Gabbey es nennt, kommt infiniten Modi aber auch eine kausale Wirksamkeit zu. Denn Bewegung

36 Bennett, „Spinoza’s Metaphysics“ (Anm. 3), 67.

37 Siehe etwa Spinoza, *Ethik I*, p23; vgl. Bennett, „Spinoza’s Metaphysics“ (Anm. 3), 107-108.

38 Siehe Alan Gabbey, „Spinoza, Infinite Modes and the Infinitive Mood“, in: *Studia Spinozana* 16 (2008), 41-65.

39 Vgl. Spinoza, *Ethik II*, p13-14. Der *locus classicus* hierzu ist allerdings ein Brief von Spinoza an Schuller; zitiert beispielsweise bei Robert Schnepf, „Die eine Substanz und die endlichen Dinge“, in: M. Hampe / R. Schnepf (Hg.), *Baruch de Spinoza: Ethik in geometrischer Ordnung dargestellt*, Berlin 2006, 39.

40 Vgl. Schnepf, ebd., 49.

zu haben bedeutet Kraft zu haben, so dass Bewegung als die Quelle finiter Kräfte betrachtet werden kann. – Daraus folgt auch, was in der Spinoza-Literatur lange umstritten war, dass es sich bei den infiniten Modi nicht um Gesetze handelt. Denn Bewegungsgesetze sind selbst keine Bewegungen und haben insbesondere keine kausale Wirksamkeit.⁴¹

Diese Interpretation infiniter Modi passt nun sehr gut zu dem, was oben über den Vakuumzustand der Quantenfeldtheorie gesagt wurde. Der ist ebenfalls keine Universalie (und insbesondere kein Gesetz), und er spezifiziert ebenfalls noch nicht die konkrete Anregung im Sinne der Existenz bestimmter Einzeldinge (Teilchen). Der konkrete physikalische Zustand des Universums oder eines Teils kann aus diesem Grundzustand nicht logisch deduziert werden.⁴² Dennoch ist jeder mögliche physikalische Zustand ein (angeregter) Zustand des Vakuums. Die Existenz jedes konkreten Teilchens wird vom Vakuumzustand als dessen Anregung prädictiert. Entsprechend wäre jedes Elektron, Photon usw. als finiter Modus zu verstehen. Der Vakuumzustand kann energetisch angeregt werden; jede Anregung hat energetische und damit materielle Wirklichkeit. Jeder Zustand der Welt „folgt“ aus dem Vakuumzustand, allerdings innerhalb eines mathematischen Formalismus und nicht im Sinne einer zeitlichen Evolution des Universums.⁴³

5. Zusammenfassung und Ausblick

Der Ausgangspunkt dieser Arbeit, um es nochmals aus einem etwas anderen Blickwinkel zu beschreiben, war folgender: Die Aufstellung der Speziellen und Allgemeinen Relativitätstheorie Anfang des vergangenen Jahrhunderts hat dazu geführt, dass Raum und Zeit in vielen Bereichen der Physik nicht mehr isoliert, sondern gemeinsam in Form einer Raumzeit betrachtet werden. Mit Bennett und Rohs hat dieser Schritt auch in die Spinoza-Forschung Einzug gehalten. Ein tragfähiger Ausdehnungsbegriff im Anschluss an Spinoza kann laut Bennett und Rohs nicht mehr der eines dreidimensionalen Raumes, sondern muss der einer vierdimensionalen Raumzeit sein. – Dass somit zugleich die Euklidische Geometrie ihre inhaltliche Sonderstellung für eine Feldmetaphysik verloren hat, so sollte vielleicht noch kurz ergänzt werden, muss dabei keine entscheidende Einschränkung des Programms von Spinozas *Ethik* bzw. des „*mos geometricus*“ bedeuten. Denn dieser kann so verstanden werden, dass er sich nicht so sehr am Inhalt der Euklidischen Geometrie im Sinne einer bestimmten Form von Anschaulichkeit orientiert, sondern vielmehr an ihrer axiomatisierten Struktur und ihrem logisch-deduktiven Vorgehen.⁴⁴ Die angestrebte „geometrische Ordnung“ ist also vor allem die eines „logischen Folgerns“; und die

41 Siehe Gabbey, „Spinoza, Infinite Modes“ (Anm. 38), 46.

42 Das passt durchaus zu Spinozas Begriff von Notwendigkeit, wie er ihn etwa in *Ethik* I, p29, verwendet; vgl. hierzu Allison, *Benedict de Spinoza* (Anm. 22), 74-75.

43 Das würde zur Interpretation einer „sequi-Kette“ im Sinne von Schnepf, „Die eine Substanz“ (Anm. 39), passen; vgl. auch Anm. 20 oben zur Problematik des Begriffs „sequi“ (folgen / folgern).

44 Siehe Bartuschat, „Einleitung“ (Anm. 20), XIV-XV, und vgl. hierzu auch nochmals die Position Einsteins, diskutiert in Liesenfeld, „Einsteins Spinozismus“ (Anm. 19), 79, 86-87.

bleibt von der inhaltlichen Erweiterung eines rationalen Raumbegriffs in der Mathematik des 19. und 20. Jahrhundert unangetastet.

Die obige Diskussion hat nun gezeigt, dass der Weg zu einer aktuell physikalisch tragfähigen Feldmetaphysik mit der Annahme einer vierdimensionalen Raumzeit noch nicht abgeschlossen ist.⁴⁵ Insbesondere kommen quantenphysikalische Aspekte hinzu, die allerdings (je nachdem, wie man Quantenfeldtheorie oder moderne Geometrodynamik betreibt) selbst wieder im Sinne einer bestimmten mathematischen Räumlichkeit behandelt werden können. Anders formuliert stellt sich hier die Frage, inwiefern die mathematischen Räume, deren sich die Beschreibung physikalischer Materie heute bedient, unter das Attribut der Ausdehnung oder vielleicht unter ein anderes Attribut fallen. Oder, um es etwas salopper auszudrücken: Inwiefern gehören beispielsweise die Dimensionen des Farbraums der Quarks, von denen die moderne Geometrodynamik der Eichtheorien handelt, zur ausgedehnten physikalischen Wirklichkeit?

An dieser Stelle scheinen zunächst zwei Möglichkeiten offenzustehen, um eine tragfähige Analogie zwischen moderner Physik und feldmetaphysischer Spinoza-Interpretation herzustellen. Ihr Unterschied besteht darin, wie sie Spinozas Behauptung interpretieren, dass Gott aus unendlich (unbestimmt) vielen Attributen besteht, die selbst jeweils wiederum unendlich (infini) sind,⁴⁶ während dem Menschen nur zwei Attribute zugänglich seien: Denken und Ausdehnung. Das kann man nämlich einerseits so verstehen, dass dem Menschen *zur Zeit Spinozas* nur diese beiden Attribute zugänglich waren, während jetzt mit dem Farbraum der Quarks (und anderen Räumen der Geometrodynamik) weitere Attribute, die man mit „Ausdehnung*“ (und „Ausdehnung**“ ...) bezeichnen könnte, zugänglich sind.⁴⁷ Allerdings wird diese Interpretation durch die Physik vor erhebliche Probleme gestellt. Denn in ihr gibt es keine strikte Trennung zwischen den „Attributen“ Ausdehnung und Ausdehnung* (und Ausdehnung** ...), wie sie gemäß Spinoza gelten müsste.⁴⁸ Die Beschreibung geometrischer Beziehungen im Farbraum der Quarks ist direkt an eine Beschreibung wirkursächlicher Verknüpfungen in der vierdimensionalen Raumzeit gekoppelt; die verschiedenen „Räume“, mit denen die Physik operiert, hängen quasi über kausale Wirkungen miteinander zusammen. Außerdem ist diese Interpretation wohl auch

45 Hier sei auch nochmals auf Esfelds Holismus verwiesen, der sich vermutlich mithilfe obiger Diskussion von modernen Geometrodynamiken und axiomatischer Quantenfeldtheorie zu einem stärker Spinozistischen Holismus im Sinne einer genuinen Feldmetaphysik uminterpretieren ließe. (Eine Uminterpretation wäre es deshalb, weil die quantenmechanische Verschränkung, auf der Esfelds Holismus beruht, kein feldspezifisches Phänomen ist. Eventuell attraktiv wäre eine solche Uminterpretation, weil es strittig ist, ob Verschränkungen für die physikalische Wirklichkeit tatsächlich so grundlegend sind, wie Esfeld es für seine Form des Holismus annehmen muss.)

46 Siehe Spinoza, *Ethik I*, p11.

47 Als Motivation für eine solche Interpretation könnte die selbstkritische Bemerkung Spinozas angeführt werden, dass er die Verknüpfungen der Attribute „für jetzt“, also lediglich momentan, „nicht klarer darlegen“ könne (Spinoza, *Ethik II*, p7s); vgl. Bartuschat, „Einleitung“ (Anm. 20), VIII.

48 Siehe Spinoza, *Ethik I*, p10, wonach jedes Attribut allein aus sich selbst begriffen wird. Das gleiche Argument auf der Ebene der Modi der Attribute folgt in II, p6.

philosophisch nicht sehr attraktiv, zöge sie doch die Frage nach sich, wie es sich dann mit dem Attribut des Denkens verhielte und ob dann die Isomorphie zwischen Ideen und Dingen nicht auch eine Denken* (und Denken** ...) erfordern müsste.⁴⁹

Es bleibt also letztlich nur die zweite Möglichkeit, an den beiden Attributen, die den Menschen zugänglich sind, also an Denken und Ausdehnung, festzuhalten. Denn den technischen Subtilitäten der modernen Mathematik und Physik könnte trotzdem noch adäquat Rechnung getragen werden – und zwar mithilfe der Differenzierung zwischen finiten und infiniten Modi. Das wurde oben bereits exemplarisch aufgezeigt für den Fall der axiomatischen Quantenfeldtheorie mit ihrer Annahme eines Vakuumzustands. Nun gibt es zwar, wie erwähnt, andere theoretische Ansätze in der Physik, aber dennoch scheint die Hoffnung berechtigt, dass man auch dort entsprechende „Größen“ oder „Gebilde“ findet, die sich im Sinne infiniter Modi interpretieren lassen.

Anders zusammengefasst: Spinoza hatte als infinite Modi (unter dem Attribut der Ausdehnung) Bewegung und Ruhe genannt; ich hatte oben von den energetischen Anregungen des Vakuumzustands gehandelt. Bewegung zu besitzen und die Anregung des Vakuumzustands zu sein, bedeuteten hier beide dasselbe: nämlich materielle „Wirklichkeit“ zu besitzen. In beiden Fällen wurde die Struktur kausaler Erklärungen vorgezeichnet; aber ohne dass damit die konkrete Existenz oder das konkrete Verhalten einzelner physikalischer Körper (im Sinne finiter Modi) abgeleitet worden wäre.⁵⁰ Entsprechend ist zu erwarten, dass man bei anderen aktuellen Ansätzen in der Physik ebenfalls etwas zur Energie oder zu ihren Ordnungsstrukturen (im Sinne auch des modernen physikalischen Begriffs von Kausalität) sagen muss. Und auf den ersten Blick sollte dies durchaus möglich sein. So wäre – um beispielhaft zwei andere Zugänge zur Quantenfeldtheorie zu nennen – im Falle der Renormalisierungstheorie vermutlich etwas zur (kausalen) Störungsreihe zu sagen und bei der so genannten „lokalen“ Quantenfeldtheorie etwas zum Konzept der Observablen.

Es lässt sich abschließend also Folgendes festhalten: Egal, ob man sich dem Vorhaben einer vollständigen Geometrisierung der Physik verschreibt und weitere Dimensionen der Ausdehnung annimmt oder ob man von einem der diversen Zugänge zur Quantenfeldtheorie ausgeht, man wird für eine physikalisch überzeugende Aktualisierung einer Feldmetaphysik letztlich immer – und sehr viel genauer als Bennett es getan hat – zwischen infiniten und finiten Modi im Attribut der Ausdehnung unterscheiden und damit die Strukturen kausaler Erklärung deutlich vorzeichnen müssen.⁵¹

This postprint was prepared by Hannah Mahé Crüsemann.

49 Siehe ebd., II, p7.

50 Mit Schnepf, „Die eine Substanz“ (Anm. 39), 55, gesprochen handelt es sich um „eine sukzessiv aufzufüllende Struktur für die Bildung von Begriffen der Einzeldinge“.

51 Hans Günter Dosch, Michael Hampe, Peter Rohs, Andreas Woyke sowie zwei anonyme Gutachter haben frühere Versionen dieses Aufsatzes gelesen. Ich danke ihnen allen sehr herzlich für ihre hilfreichen Kommentare.