

Franz Josef Burghardt

Die Raumvorstellung
bei Newton und Leibniz

Köln 1990

Inhalt

Einleitung	1
Kap. I: Die Raumvorstellung bei Newton	3
1. Definitionen	3
2. Das Trägheitsgesetz	5
3. Eimerexperiment	7
4. Theologische Aspekte: Der Rückgriff auf H. More	9
Kap. II: Die Kontroverse zwischen Leibniz und Clarke	12
1. Der Beginn der Kontroverse	12
2. Die philosophische Vertiefung	12
3. Die physikalischen Argumente	14
Kap. III: Die Raumvorstellung bei Leibniz	18
1. Definitionen	18
2. Der Raum als Beziehungszusammenhang	21
3. Die wahre Bewegung	24
Zusammenfassung	26
Quellen und Literatur	28

Einleitung

Die Ausarbeitung der Relativitätstheorie durch Albert Einstein gehört zweifellos zu den bedeutendsten wissenschaftlichen Leistungen des 20. Jahrhunderts. Obwohl ihre Fruchtbarkeit für die weitere Entwicklung der Naturwissenschaften von der etwa gleichzeitig entstandenen Quantentheorie bei weitem übertroffen wurde, wird ihr erkenntnistheoretischer Wert allgemein besonders hoch eingeschätzt, da sie u.a. die alte Streitfrage zwischen Newton und Leibniz über die Existenz des absoluten Raums zugunsten Leibniz' entschied.

Allerdings gab Reichenbach schon 1924 zu Bedenken, daß die Einsteinschen Arbeiten keineswegs einen unmittelbaren Anschluß an die beiden "älteren Relativisten" Leibniz und Huyghens bedeutete: "Die Physik hat, als ihr die Lösung des Bewegungsproblems endlich gelang, sich nioch einmal gerade zu Newton zurückgewandt, diesmal freilich von ihm zum Widerspruch gereizt. Im Kampfe mit Newton selbst hat sie die Entdeckungen aufs neue gemacht, die jene beiden Zeitgenossen des Newton schon vergeblich vorgebracht hatten. Mach, der erste Relativist der neuen Periode, hat seine Auffassung des Bewegungsproblems gerade in der Kritik der Newtonschen Prinzipien entwickelt. Von Leibniz' tiefgründiger Gegnerschaft zu Newton weiß er nichts; er findet für ihn nur ein paar ahnungslose Worte. Und auch die über Mach weit hinausgehende Lösung Einsteins hat ebenfalls direkt an die 'klassische Mechanik' Newtons angeschlossen, ohne von Leibniz und Huyghens etwas zu wissen. Fast sieht es so aus, als ob ein Fluch über einer Entdeckung liegt, der der Anschluß an die eigene Zeit nicht gelang; denn auch die spätere Anerkennung entsteht nicht in allmählichem Durchdringen der älteren Einsicht, sondern in unabhängiger Neuschaffung und gerade gereizt durch den älteren gegner selbst, der so noch einmal zu ungeahnter Fruchtbarkeit gelangt."¹

Reichenbachs Arbeit "Die Bewegungslehre bei Newton, Leibniz und Huyghens" (1924) war der unmittelbare Anlaß für die Veröffentlichung von Gent "Leibnizens Philosophie der Zeit und des Raumes" (1926), die sich erstmals umfassend mit der Raumvorstellung bei Leibniz beschäftigte. Daß in diesen und einigen weniger wichtigen nachfolgenden Studien zu diesem Thema der - ansonsten für die Philosophie Leibniz' relativ bedeutungslose - Briefwechsel zwischen Leibniz und Clarke immer wieder im Mittelpunkt steht, ist verständlich, wenn man bedenkt, daß Leibniz keine geschlossene Darstellung zum Raumproblem hinterlassen hat².

Gleichzeitig erstanden zahlreiche Untersuchungen zur Raumvorstellung Newtons³, die kritisch den philosophischen Hintergrund des "absoluten Raums" und damit den atomistisch

¹ REICHENBACH S.417-418.

² Nach GENT S.71 (und POHLEY S.327 u. 335 in Anlehnung an Gent) änderte sich die Raumfassung Leibniz' im Laufe der Jahre; insbesondere sind immer wieder Änderungen oder Neuansätze zur Klärung offener Fragen erkennbar. Da ich primär den Gegensatz zur Newtonschen Raumfassung herausstellen will, ist es sinnvoll, die etwa gleichzeitig zum Briefwechsel mit Clarke entstandene Schrift *Initia rerum Mathematicarum metaphysica* heranzuziehen.

³ Vgl. die Literaturangaben bei TOULMIN S.4-7..

und mystisch beeinflussten Standpunkt der Neuplatoniker in Cambridge zu durchleuchten versuchten. Als eine wohlfundierte, wenn auch nicht in allen Punkten überzeugende⁴ Darstellung zu Newtons Ideenkreis lieferte Koyré "From the Closed World to the Infinite Universe" (1957); ferner ist Jammer "Concepts of Space" (1954, dt. "Das Problem des Raumes" 2.Aufl. 1980) zu erwähnen.

⁴ Vgl. etwa die Kritik von TOULMIN S.7.

Kap. I; Die Raumvorstellung bei Newton

1. Definitionen

Von zentraler Bedeutung für das Verständnis der Raumvorstellung Newtons sind zweifellos seine "Anmerkungen" zu den die *Principia mathematica* eröffnenden "Erklärungen", in denen er zunächst "zu erklären versucht, in welchem Sinne weniger bekannte Benennungen in der Folge zu verstehen sind"⁵. Gemeint sind Zeit, Raum, Ort und Bewegung, von denen die Zeit, die er in die "absolute, wahre und mathematische" und die "relative, scheinbare und gewöhnliche" andererseits unterteilt⁶, für unsere Untersuchung außer acht gelassen werden kann:

"Zeit, Raum, Ort und Bewegung als allen bekannt, erkläre ich nicht. Ich bemerke nur, daß man gewöhnlich 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.

I. Die absolute, wahre und mathematische Zeit verliedt an sich und vermöge ihrer Natur gleichförmig und ohne Beziehung auf irgend einen äußeren Gegenstand. Sie wird so auch mit dem Namen Dauer belegt.

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, wie Stunde, Tag, Monat, Jahr.

II. Der absolute Raum bleibt vermöge seiner Natur und ohne Beziehung auf einen äußeren Gegenstand stets gleich und unbeweglich.

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, z.B. ein Teil des Raumes innerhalb der Erdoberfläche, ein Teil der Atmosphäre, ein Teil des Himmels, bestimmt durch seine Lage gegen die Erde. Der absolute und relative Raum sind dasselbe an Art und Größe, aber sie bleiben es nicht immer an Zahl. Bewegt sich z.B. die Erde, so ist der Raum unserer Atmosphäre, welcher in Bezug auf unsere Erde immer derselbe bleibt, bald der eine, bald der andere Teil des absoluten Raumes, in welchen die Atmosphäre übergeht, und ändert sich so beständig.

III. Der Ort ist ein Teil des Raumes, welchen ein Körper einnimmt, und, nach Verhältnis des Raumes entweder absolut oder relativ.

Er ist ein Teil des Raumes, nicht aber der Platz oder die Lage des Körpers ...

IV. Die absolute Bewegung ist die Übertragung des Körpers von einem absoluten Ort nach dem andern absoluten Ort, die relative Bewegung die Übertragung von einem relativen Ort nach einem andern relativen Ort. ...

⁵ NEWTON S. 25.

⁶ Ebd.

*Das Wesen der Räume ist, daß sie Orte sind; daß ein ursprünglicher Ort bewegt werde, ist absurd. Diese sind daher die absoluten Orte, und aus der Übertragung von einem Ort zum andern entsteht die absolute Bewegung."*⁷

In der Sprechweise der heutigen Physik handelt es sich bei den "relativen Räumen" Newtons um Bezugssysteme, also um sinnlich wahrnehmbare Gegenstände - z.B. um einen Laborraum, einen Zug, ein Karussell oder den Mond - auf die man sich bei der Beschreibung von Naturvorgängen bezieht. So wird etwa die Bewegung eines zu Boden fallenden Steines in einem Laborraum anders beobachtet und demgemäß anders beschrieben als von einem fahrenden Zug oder von einem rotierenden Karussell aus.

Daß die mathematische Formulierung dieser Bewegungsbeschreibungen bezüglich eines gewählten Bezugssystems je nach Wahl des mit diesem fest verbundenen Koordinatensystems verschieden ist, ist physikalisch nicht von Bedeutung und wird von Newton auch nicht erwähnt. Gemeinhin bemüht man sich in der Physik um die Wahl von Koordinaten, mit deren Hilfe ein Vorgang der Natur mathematisch möglichst einfach beschrieben wird.

Grundsätzlich anders verhält es sich mit dem "absoluten Raum", von dem Newton behauptet, daß dessen Teile "weder gesehen, noch vermittelt unserer Sinne voneinander unterschieden werden können." Ferner gibt er zu: "Es kann nämlich der Fall sein, daß kein wirklich ruhender Körper existiert, auf welchen man die Orte und Bewegung beziehen könne"⁸; und etwas später heißt es: "Die wahren Bewegungen der einzelnen Körper zu erkennen und von den scheinbaren scharf zu unterscheiden, ist übrigens sehr schwer, weil die Teile jenes unbeweglichen Raumes, in denen die Körper sich wahrhaft bewegen, nicht sinnlich erkannt werden können."⁹

Wenn Newton trotz dieser von ihm selbst klar genannten Probleme bei der Bestimmung des Begriffs "absoluter Raum" diesen konsequent benutzt, ihn sogar zu den am Anfang seines Werkes stehenden Begriffen zählt, die "allen bekannt" sind, so muß er von der Existenz dieses Raumes überzeugt sein; sie zeigt sich für Newton im Kontext der Naturvorgänge, was im folgenden näher erläutert werden soll.

7 Ebd. S.25-26.

8 Ebd. S.27.

9 Ebd. S.30.

2. Das Trägheitsgesetz

Nach den "Erklärungen" beginnt Newton das darauf folgende Kapitel "Grundgesetze oder Gesetze der Bewegung" mit drei - heute nach ihm benannten, also "Newtonschen" - Gesetzen, deren erstes, auch Trägheitsgesetz genannt, lautet:

"Jeder Körper beharrt in seinem Zustand der Ruhe oder der gleichförmigen geradlinigen Bewegung wenn er nicht durch einwirkende Kräfte gezwungen wird, seinen Zustand zu ändern."¹⁰
 ("gleichförmig" bedeutet, daß der Körper eine konstante Geschwindigkeit besitzt.)

Die hier verwendeten Begriffe "Ruhe" und "geradlinig" setzen ein absolutes Bezugssystem (eben den Newtonschen "absoluten Raum") voraus, in bezug auf welches jene Begriffe erst ihren Sinn erhalten. Newton war sich allerdings bereits bewußt, daß seine Bewegungsgesetze nicht nur in seinem absoluten Raum, sondern in genau der gleichen Form auch in allen sich relativ zu diesem absoluten Raum geradlinig und gleichförmig bewegenden relativen Räumen gültig sind, wie er unmittelbar im Anschluß an seine Bewegungssätze schreibt:

*"Körper, welche in einem gegebenen Raum eingeschlossen sind, haben dieselbe Bewegung unter sich; dieser Raum mag ruhen oder sich gleichförmig und geradlinig, nicht aber im Kreise fortbewegen. ...
 Alle Bewegungen finden auf dieselbe Weise in einem Schiffe statt, mag dieses ruhen oder sich gleichförmig und geradlinig fortbewegen."¹¹*

Somit bilden diejenigen Räume, die in bezug auf den absoluten Raum ruhen oder sich mit konstanter Geschwindigkeit bewegen, eine besondere Gruppe. Diese Bezugssysteme, die heute Inertialsysteme (oder "Trägheitssysteme") genannt werden, sind zur Beschreibung physikalischer Vorgänge völlig gleichwertig, so daß es - was Newton ja auch schon in seinen "Erklärungen" gesagt hatte - unmöglich ist, durch Experimente den absoluten Raum unmittelbar feststellen zu können; bestenfalls konnte man also auf Vorgänge in einem Inertialsystem schließen.

Aber selbst unter Berücksichtigung der physikalischen Gleichwertigkeit der Inertialsysteme bleibt der absolute Raum für das 1. Newtonsche Gesetz - zumindest gedanklich - eine notwendige Voraussetzung. Es ist allerdings zu klären, wie Newton selbst die Qualität dieser Prämisse einschätzt.

Versucht man den Stellenwert des 1. Newtonschen Gesetzes im Rahmen des Gesamtwerkes zu erfassen, so kann man Jammer zustimmen, der darauf hinweist, daß auch die als "Axiomata sive leges motus" bezeichneten drei Grundgesetze von Newton als Tatsachen unmittelbarer Erfahrung angesehen wurden.¹² Der heute in deduktiven Systemen - vornehmlich in Mathema-

¹⁰ Ebd. S.33.

¹¹ Ebd. S.38. Dieses "Relativitätsprinzip" findet sich bereits in dem 1632 veröffentlichten "Dialog über die beiden hauptsächlichsten Weltsysteme" des Galilei; MATTHESS S.13.

¹² JAMMER S.104.

tik und theoretischer Physik - benutzte Begriff "Axiom", der eine unbewiesene oder unbeweisbare Setzung beschreibt, aus der sich die übrigen Behauptungen der Theorie ableiten lassen, ist auf Newtons Grundgesetze sicher nicht anwendbar; in seinem *Treatise of Opticks* schreibt er selbst über seinen allgemeinen Plan: "Zwei oder drei Prinzipien der Bewegung aus den Phänomen abzuleiten und dann zu zeigen, wie die Eigenschaften und das Verhalten aller Dinge sich aus diesen feststehenden Prinzipien ergeben, das wäre ein wichtiger Schritt der Philosophie."¹³

Daß Newton Axiome im heutigen Sinne in der Physik ablehnt, wird auch in einer Passage seiner Kosmologie deutlich, die seinen bekannten Grundsatz "hypotheses non fingo" enthält:

*"Ich habe noch nicht dahin gelangen können, aus den Erscheinungen den Grund dieser Eigenschaften der Schwere abzuleiten, und Hypothesen erdenke ich nicht. Alles nämlich, was nicht aus den Erscheinungen folgt, ist eine Hypothese, und Hypothesen, seien es nun metaphysische oder physische, mechanische oder diejenigen der verborgenen Eigenschaften, dürfen nicht in die Experimentalphysik aufgenommen werden. In dieser leitet man die Sätze aus den Erscheinungen ab und verallgemeinert sie durch Induktion. ... 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 im Stande sei."*¹⁴

Ebenfalls aus Newtons kosmologischen Betrachtungen stammt seine "I. Hypothese: Der Mittelpunkt des Weltsystems befindet sich in Ruhe", und er fügt hinzu: "Man gibt dies allgemein zu, nur behaupten die Einen, die Erde sei dieses Zentrum, die Anderen hingegen, die Sonne sei es."¹⁵

Somit ist für Newton zumindest ein einziger, auch sinnlich wahrnehmbarer Punkt als absolut ruhend ausgezeichnet.

Damit dürfte hinreichend belegt sein, daß für Newton weder grundlegende Gesetze (z.B. das Trägheitsgesetz) noch die, in diesen enthaltenen oder diesen notwendig vorausgehenden Begriffe (z.B. "Ruhe" und "absoluter Raum") bloße gedankliche Konstrukte sind; es handelt sich vielmehr immer um Beschreibungen oder Benennungen realer Sachverhalte.

Die in seiner "1. Regel zur Erforschung der Natur" erhobene Forderung, "an Ursachen zur Erklärung natürlicher Dinge nicht mehr zuzulassen, als wahr sind und zur Erklärung jener Erscheinungen ausreichen"¹⁶, kann also nicht zum Verlassen des durch sinnliche Erfahrung gegebenen Kontextes führen; auch seine Bemerkung, "in der Naturlehre muß man von den Sinnen abstrahieren"¹⁷, bedeutet lediglich, daß ein realer Sachverhalt sich möglicherweise nicht direkt zeigt, sondern sich nur indirekt aus Beobachtungen erschließen läßt. Genau in diesem Sinne versucht Newton auch, den absoluten Raum in Experimenten nachzuweisen, denn: "Die Sache ist jedoch nicht gänzlich hoffnungslos. Es ergeben sich nämlich die erforderlichen Hilfsmittel, teils aus den scheinbaren Bewegungen, welche die Unterschiede der wahren

¹³ Zitat nach JAMMER S.104.

¹⁴ NEWTON S.511.

¹⁵ Ebd. S.396.

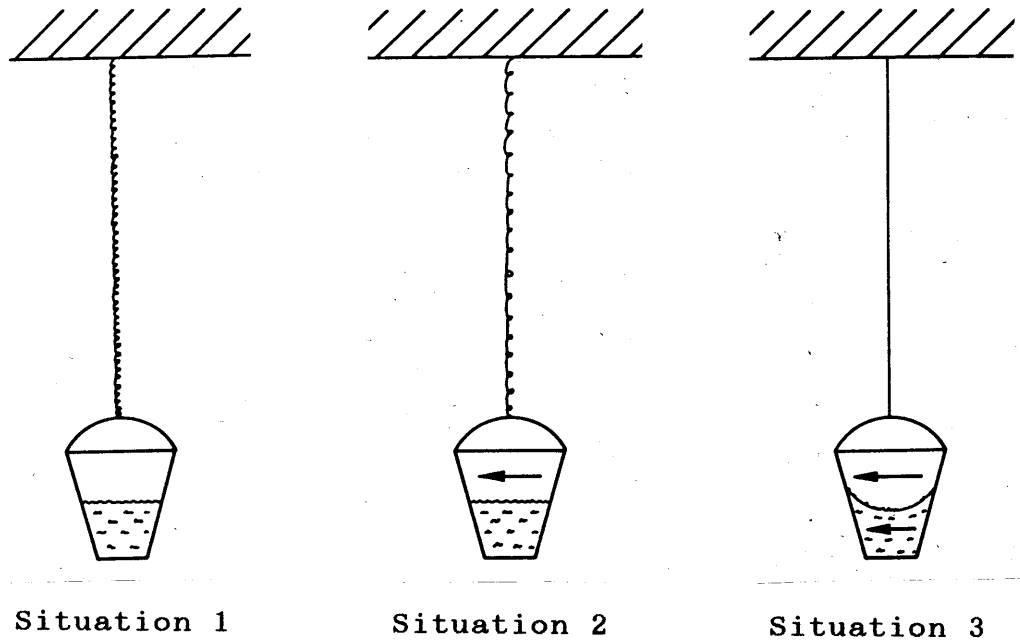
¹⁶ Ebd. S.380.

¹⁷ Ebd. S.27.

sind, teils aus den Kräften, welche den wahren Bewegungen als wirkende Ursachen zu Grunde liegen."¹⁸

3. Das Eimerexperiment

Zur Feststellung der Existenz des absoluten Raumes betrachtet Newton das folgende Experiment:¹⁹



Ein Eimer wird an einem Seil aufgehängt, das Seil wird verdrillt und der Eimer teilweise mit Wasser gefüllt; das Wasser wird dann eine ebene Oberfläche besitzen (Situation 1). Wird der Eimer nun losgelassen, so beginnt er - von der Erde aus gesehen - in zur Verdrillung entgegengesetzter Richtung zu rotieren, während das Wasser im Eimer zunächst noch ruht und nach wie vor eine ebene Oberfläche besitzt (Situation 2). Langsam beginnt das Wasser nun mitzurotieren und steigt dabei infolge der Zentrifugalkraft zunehmend an der Eimerwand hoch, nimmt also eine gekrümmte Oberfläche an. Schließlich rotiert das Wasser mit der gleichen Winkelgeschwindigkeit wie der Eimer, wobei es jetzt die höchste Stellung an der Eimerwand einnimmt (Situation 3).

Betrachtet man dieses Experiment unter dem Gesichtspunkt der relativen Bewegung von Eimer und Wasser, so erkennt man:

- In Situation 1 führen Wasser und Eimer keine relative Bewegung zueinander aus - die Wasseroberfläche ist waagrecht.
- In Situation 2 führen Wasser und Eimer eine relative Rotationsbewegung zueinander aus - die Wasseroberfläche bleibt dennoch waagrecht.

¹⁸ Ebd. S.30.

¹⁹ Ebd. S.29. Zeichnung und nachfolgende Kurzbeschreibung nach MATTHESS S.30.

- In Situation 3 führen Wasser und Eimer wiederum keine relative Bewegung zueinander aus - die Wasseroberfläche ist jetzt gekrümmt.

Sucht man nun nach einer Ursache für die Krümmung der Wasseroberfläche, so kann diese offenbar nicht in der Rotation des Wassers relativ zum Eimer zu finden sein, denn in Situation 3 ist eine solche relative Rotation ja gar nicht vorhanden, während sie in Situation 2, wo sie am größten ist, nicht zu einer Oberflächenkrümmung führt. Jammer ergänzt noch eine Situation 4, in der der Eimer abrupt abgebremst wird, die Krümmung der Wasseroberfläche aber wegen der andauernden Rotation des Wassers unverändert bestehen bleibt²⁰; die relative Bewegung ist wieder am größten, doch ist die Wasseroberfläche - anders als in Situation 2 - gekrümmt.

Berücksichtigt man auch die - in einem vergleichbaren Experiment leicht meßbaren - Zentrifugalkräfte, so erhält man folgende Übersicht:

Situation	Wasseroberfl.	rel.Beweg.	Zentrifugalkraft
1	eben	nein	nein
2	eben	ja	nein
3	gekrümmt	nein	ja
4	gekrümmt	ja	ja

Newton erklärt die Beobachtungen in Situation 1-3 wie folgt:

"Die wirkenden Ursachen, durch welche absolute und relative Bewegungen voneinander verschieden sind, sind die Fliehkräfte von der Achse der Bewegung. Bei einer nur relativen Kreisbewegung existieren diese Kräfte nicht. ...

Im Anfange, als die relative Bewegung des Wassers im Gefäß am größten war, verursachte dieselbe kein Bestreben, sich von der Achse zu entfernen. Das Wasser versuchte nicht, sich dem Umfang zu nähern, indem es an den Wänden emporstieg, sondern blieb eben, und die wahre kreisförmige Bewegung hatte daher noch nicht begonnen. Nachher aber, als die relative Bewegung des Wassers abnahm, deutete sein Aufsteigen an den Wänden des Gefäßes das Bestreben an, von der Achse zurückzuweichen, und dieses Bestreben zeigte die stets wachsende wahre Kreisbewegung des Wassers an, bis diese endlich am größten wurde, wenn das Wasser selbst relativ im Gefäß ruhte."²¹

Newton verläßt also die Kinematik und geht unter Einbeziehung der Kräfte dazu über, den absoluten Raum durch eine Argumentation im Rahmen der Dynamik zu belegen:

Wirken Kräfte direkt auf einen Körper ein, so führt dies zu einer absoluten Bewegungsänderung, wirken die Kräfte aber (nur) auf das Bezugssystem, so bleibt die wahre Bewegung des Körpers unverändert und man beobachtet nur eine relative Bewegung; im Eimerexperiment erscheint dieses in Situation 2, jenes in Situation 3 (und 4).

²⁰ JAMMER S.115.

²¹ NEWTON S.29-30.

4. Theologische Aspekte: Der Rückgriff auf H. Moore

Der erste Hinweis auf einen möglichen theologischen Hintergrund der Newtonschen Begriffsbildung findet man in einem Brief an Richard Bentley²² 1692:

*"Als ich meine Abhandlung über mein System schrieb, da dachte ich auf solche Prinzipien, welche die Menschen zum Glauben an eine Gottheit zu führen vermöchten. Nichts kann mir größere Freude machen, als mein Werk in dieser Hinsicht hilfreich zu finden."*²³

Detaillierter äußerte sich Newton erst 1706 in der lateinischen Ausgabe seines *Treatise of Opticks*:

*"(Die Natur) kann nur das Ergebnis der Weisheit und Kunstfertigkeit eines mächtigen, ewig lebenden Urhebers sein, der, da er sich an allen Orten befindet, eine größere Fähigkeit als wir besitzt, durch seinen Willen in seinem grenzenlosen einheitlichen Sensorium die Körper zu bewegen und dadurch die Teile des Universums zu gestalten und umzugestalten ... Und doch dürfen wir die Welt nicht als den Körper Gottes oder deren verschiedene Teile als die Teile Gottes ansehen. Er ist ein einheitliches Wesen, ohne Organe, Glieder oder Teile; diese sind seine ihm untergeordneten Geschöpfe und seinem Willen unterworfen. ... Gott bedarf keiner solchen Organe, da er selbst in den Dingen gegenwärtig ist."*²⁴

Nachdem George Berkeley 1710 Newtons absoluten Raum mit dem Hinweis verworden hatte, man dürfe den Raum immer nur als relativen auffassen, "oder es gäbe andernfalls etwas von Gott verschiedenes, das ewig, ungeschaffen, unendlich, unteilbar, unveränderlich sei"²⁵, und 1711 auch eine erste Kritik Leibniz' in London publiziert wurde, drängte der Herausgeber der zweiten Auflage der *Principia mathematica*, Roger Cotes, 1713 auf eine klare Stellungnahme Newtons zur Vereinbarkeit seines Werkes mit der religiösen Grundüberzeugung von der Allmacht Gottes.²⁶

Newton schrieb dann auch in den "Allgemeinen Anmerkungen" am Ende seines 2. Buches:

"Diese bewunderswürdige Einrichtung der Sonne, der Planeten und Kometen hat nur aus dem Ratschlusse und der Herrschaft eines alles einsehenden und allmächtigen Wesens hervorgehen können. Wenn jeder Fixstern das Zentrum eines dem unsrigen ähnlichen Systems ist, so muß das Ganze, da es das Gepräge eines und desselben Zweckes trägt, bestimmt einem und demselben Herrscher unterworfen sein. ...

Dieses unendliche Wesen beherrscht alles, nicht als Weltseele, sondern als Herr aller Dinge. Wegen dieser Herrschaft pflegt unser Herr Gott Pantokrator, d.h. der Herr über alles genannt zu werden. ...

Er ist ewig und unendlich, allmächtig und allwissend, d.h. er währt von Ewigkeit zu Ewigkeit, von Unendlichkeit zu Unendlichkeit, er regiert alles, er kennt alles, was ist oder was sein kann. Er ist weder die Ewigkeit noch die Unendlichkeit, aber er

22 Zum Kontakt Newton-Bentley ausführlich KOYRÉ S.164-172.

23 Zitat nach JAMMER S.120.

24 Zitat nach KOYRÉ S.197-198.

25 Zitat nach JAMMER S.121.

26 Ebd. S.120.

*ist ewig und unendlich; er ist weder die Dauer noch der Raum, aber er währt fort und ist überall gegenwärtig, er existiert stets und überall, er macht den Raum und die Dauer aus.*²⁷

Wesentlich mehr als dieses findet sich zur Metaphysik in Newtons Schriften nicht²⁸, doch war für seine Zeitgenossen die enge Anbindung an die Ideen Henry Mores klar, obwohl Newton diesen niemals zitierte²⁹.

Der weitgehend durch die Tradition des griechischen Atomismus beeinflusste More³⁰ (* 1614, + 1687), Professor für Philosophie in Cambridge, hatte zwar die Ideen seines Lehrers Descartes in England eingeführt, sich aber bereits 1648/49 in der Raumvorstellung deutlich von diesem getrennt. So lehnte More den strengen cartesischen Dualismus von Geist und Materie ab, der nur der Materie eine Ausdehnung zubilligte; er dagegen behauptete, daß sowohl Körper als auch Geist, wenn auch auf verschiedene Weise, ausgedehnt seien³¹. Körper und Geist unterscheiden sich nach More also nicht durch die Ausdehnung, sondern durch die Undurchdringlichkeit der Materie im Gegensatz zur Fähigkeit der Geister, gleichzeitig mit Materie oder mit anderen Geistern am gleichen Ort existieren zu können.

Abweichend von Descartes verteidigte More ferner die Unteilbarkeit der Atome³² und die Existenz eines Vakuums, also eines leeren Raumes, der zwar keine Materie enthält, sehr wohl aber von Geistern erfüllt sein kann; insbesondere füllt der Geist Gottes alle Räume³³. Auch kann *"die Reichweite des Nichts, das heißt der Leere, nach Ellen oder Meilen gemessen werden"*³⁴. Körper haben im Raum einen Ort (locus), und bei Bewegungen "wandern (sie) von einem Ort zum andern"³⁵.

Konsequent vertrat More auch die Endlichkeit der von Gott erschaffenen Welt, die er der göttlichen Unendlichkeit gegenüberstellte³⁶.

Nach More ist also die endliche "Materie im Raum beweglich, und wegen ihrer Undurchdringlichkeit *füllt* sie Raum; der Raum ist unbeweglich und bleibt durch Anwesenheit von Materie in ihm unberührt. Somit ist Materie ohne Raum undenkbar, während Raum ohne Materie eine nicht nur leicht vorstellbare, sondern auch notwendige Idee unseres Verstandes ist"³⁷.

"Nach der Entfernung der körperlichen Materie aus der Welt wird es immer noch Raum und Entfernung geben, worin diese Materie, während sie vorhanden war, auch angenommen wurde; dieser entfernte Raum kann nichts anderes als Etwas, und doch nichts Kör-

27 NEWTON S.508-509.

28 KOYRÉ S.148: So sind die metaphysischen Äußerungen Newtons nicht sehr zahlreich, und da er ein vorsichtiger und verschlossener Mensch, dazu ein sehr sorgfältiger Autor war, sind sie ziemlich zurückhaltend und reserviert."

29 Ebd. S.198.

30 Ebd. S.108. Die folgende Darstellung der Ideen Mores zum Raum folgt KOYRÉ ebd. S.105-143.

31 Ebd. S.105-106 und S.121.

32 Ebd. S.107. Nur die von Gott geschaffenen Kräfte können nach Mores Ansicht Atome nicht teilen, wohl aber Gott selbst.

33 Ebd. S.107.

34 Aus dem zweiten Brief Mores an Descartes; Zitat nach KOYRÉ S.114.

35 KOYRÉ S.136

36 Ebd. S.111-114.

37 Ebd. S.121.

*perliches sein, weil er, weder undurchlässig noch berührbar, notwendigerweise eine unkörperliche Substanz sein muß, die notwendig und ewig aus sich selbst existiert: durch die klarere Idee eines absolut vollkommenen Wesens erfahren wir vollständiger und genauer, daß dies der in sich subsistente Gott ist"*³⁸.

In seinem *Enchiridium metaphysicum* legte More 1671 noch einmal systematisch die Übereinstimmung des Raumes mit dem Geist Gottes durch eine "Aufzählung von ungefähr zwanzig Titeln, die die Metaphysiker Gott verleihen und die auf die unbewegliche ausgedehnte [Wesenheit] oder den unmittelbaren Ort (*locus*) zutreffen"³⁹ dar:

- unermesslich (räumlich unendlich)
- ewig (zeitlich unendlich)
- unbeweglich
- homogen
- unteilbar
- einzig
- vollkommen
- unabhängig
- durch sich selbst bestehend
- allgegenwärtig
- alldurchdringlich
- aktuelles Sein.

Somit verkündete More "der Welt die Räumlichkeit Gottes und die Göttlichkeit des Raumes"⁴⁰, ein Zusammenhang, der von Newton nur angedeutet, im Briefwechsel zwischen Leibniz und Clarke⁴¹ aber - inhaltlich klar den Ideen Mores folgend - deutlich ausgesprochen wurde.

³⁸ More, *Antidote against atheism*, S.164f.; Zitat nach KOYRÉ S.129-130.

³⁹ KOYRÉ S.138. Die folgende Aufstellung ebd. S.140-141.

⁴⁰ Ebd. S.142.

⁴¹ Siehe das folgende Kap.II.

