

Boyles Raumschauung.

Von Dr. Sander.

(Schluß.)

5. Boyles Auseinandersetzung mit den Verteidigern des Vakuum.

Solange die — immer wieder aufgenommene¹⁾ — Bekämpfung des horror vacui den wesentlichen Inhalt der Vakuumexperimente ausmacht, ist es gerechtfertigt, wenn Boyle diese Betrachtung von der Entscheidung für oder gegen das Vakuum getrennt wissen will: jene Experimente haben in dem Zusammenhange eine paradigmatische Bedeutung, die nichts mit der besonderen Problemstellung des Materials zu tun hat. Sieht man aber von dieser speziellen Auswertung ab, dann ergibt sich noch eine zweite Seite des Problems. Das Erkenntnisverlangen geht nicht nur auf die Feststellung von Gesetzmäßigkeiten aus, sondern auf anschauliches Erfassen des dinglichen Seins, das unabhängig ist von der Mannigfaltigkeit in den Vorgängen. Die Diskussion der Lehre vom horror vacui erweist sich in diesem Zusammenhange als eine reine Methodenangelegenheit, in der Boyle Sinn und Wert der neuen Methode unter Beweis stellen will; es ist dabei zu prüfen, wie weit eine Eliminierung des empirisch-relativen Momentes und damit die Erkenntnis der absoluten Dinglichkeit gedacht werden kann. Und offenbar wird damit das eigentliche Problem der naturwissenschaftlichen Raum-Vakuumlehre der damaligen Zeit erfaßt: Läßt sich experimentell die zureichende Grundlage für absolute Sicherheit und objektive Gewißheit der letzten rationalen Schlußfolgerungen (vgl. etwa Guericke!) betr. Vakuum bezw. Raum finden?

Die Zeit hat es so aufgefaßt, als ob Boyle sich um die Möglichkeit der Bejahung dieser Frage bemühte. Man hat — wahrscheinlich — Bemerkungen wie die folgenden: „the vacuists will easily answer his question“ (IV, 124), „perhaps the Vacuists will have the advantage on their side“ (I, 93), „I think, I could say more in favour of the

¹⁾ Zur Vermeidung von Wiederholungen ist hier nicht genauer darauf eingegangen; neue Momente für die Beurteilung ergeben sich nicht.

Vacuists experiments“ (I, 193) und ähnliche sich vielfach findende Bemerkungen dahin ausgelegt, als stände Boyle praktisch auf seiten der Vakuisten, und dabei übersehen, daß sich jene Worte allein auf die experimentelle Methode beziehen und einen relativen Vakuumbegriff durchaus zulassen. Man hat dann wohl auch Boyles Ablehnung einer Entscheidung lediglich als Vorbehalt einer noch nicht zu Ende geführten Untersuchung angesehen. Man prägte das Schlagwort Vakuum Boylianum in dem Sinne eines schließlich doch einmal darstellbaren absoluten Vakuums. Tatsächlich aber ist Boyle konsequent bei seiner Ansicht geblieben, die seine Haltung gegenüber der Scholastik bestimmt.¹⁾

Die konkreten Einwendungen der Plenisten gegen die Experimente der Vakuisten stützten sich auf die Unvollkommenheit der Durchführung, gemessen an der gedanklich festgelegten Absicht, und auf die Tatsache, daß sich diese Unvollkommenheit trotz aller Exaktheit der Bemühungen in der Herrichtung der Apparaturen und trotz aller Vorsicht in der Ausführung nicht beseitigen ließ. Die Denkbarkeit der Beseitigung war ein nicht genügendes Gegenargument, wenn nicht die Fehlerquellen und ihre Belanglosigkeit einwandfrei dargetan werden konnte. Solange dies nicht geschehen war, konnte man sich mit einigem Erfolge gegen das benutzte progressive Schlußverfahren wenden. Boyle gibt es nicht an, aber die ausgesuchte Sorgfältigkeit seines Experimentierens und das vielfache Variieren der Versuchsbedingungen scheinen, obwohl nachher sofort in Gesetzen ausgewertet, zunächst auf die anschauliche Begründung der natürlichen Unvollkommenheiten gerichtet gewesen zu sein. Aber Boyle kann keine Klarheit gewinnen, er kommt zu nichts anderem als Mutmaßungen,

¹⁾ Vgl. die Bekanntmachung in den *Philosophical Transactions* Nr. 63 vom Jahre 1670: It is though fit, for prevention of ambiguity, to give this advertisement, touching the ground of the title of *Vacuum Boylianum*, to be met with in these experiments; that as learned men, both English and foreigners, in their writings, have familiarly, for distinctions-sake, employed the titles of *Machina Boyliana* and *Experimenta Boyliana*; so the autor that writ these, for the most part in haste, and for his own memory, did for dispatch-sake, call the absence of the air procured in his receivers, our vacuum; whence by analogy was framed the *Vacuum Boylianum*, which he therefore thinks the less improper, because, to call it vacuum absolutely, would be judged by many a declaring himself a vacuist, who does not yet own the being either of their opinion, or a downright plenist; or he must be troublesome to the reader and himself, by frequently explaining what sort of vacuum he understands; whereas he declares once for all, that by the *Vacuum Boylianum*, he means such a vacuity or absence of common air, as is wont to be effected or produced in the operations of the *Machina Boyliana*.

und so sagt er z. B.: So that now we begin to suspect, that perhaps one reason, why we cannot perfectly pump out the air, may be, that when the vessel is almost empty, some of the subtler parts of the external air may, by the pressure of the atmosphere, be strained through the very body of the diachylon into the receiver. But this is only conjecture (I, 32).¹⁾ Es kommt dann außerdem noch hinzu, daß, wenn einmal ein Versuch geglückt zu sein scheint, tatsächlich sich nicht einmal entscheiden läßt, ob das Gefäß wirklich leer gepumpt ist, und also in dieser Hinsicht immer Zweifel bleiben. Dabei ist zu bedenken, daß feine Messungen, wie sie heute angestellt werden können, für jene Zeit noch eine Unmöglichkeit waren. Eine Erklärung für diese Unsicherheiten hatte man nicht versucht, denn das führte auf einen rationalen Weg, und ein derartiges Hinausgehen über die Schwierigkeiten ist gerade hier nicht gleichbedeutend mit ihrer Behebung und liefert im besten Falle ein wahrscheinliches, niemals aber ein sicheres Ergebnis. Da man freilich aus gewissen Gründen das Letzte glaubte, kam man nicht auf den Gedanken einer genaueren Prüfung. Boyle muß — als erster — diese Lücke in der neuen Methodik deutlich empfunden haben, was ihn darin bestärkte, auf dem der Scholastik gegenüber eingenommenen Standpunkt auch den Vakuisten gegenüber zu beharren: es kann kein Schluß formuliert werden, der ganz unmittelbar aus der — experimentell geprüften und gewonnenen — Erfahrung erwachsen ist, auf diese Grundlage dauernd Bezug nimmt und mit ihr strikt verbunden ist. Die These vom Vakuum fällt freilich mit dieser Erkenntnis, alle Versuche seiner Darstellung können niemals den notwendigen Grad der endgültigen Gewißheit auch bei scheinbar noch so großer Annäherung für sich in Anspruch nehmen, das letzte Glied der Schlußkette kann immer nur wieder rational und eben nur rational sein. Boyle macht konsequent und entschlossen daraus ein Prinzip, und dies bedingt, wenn die Ausscheidung aller subjektiven Momente aus der Wissenschaft das letzte und höchste Ziel ist, das Sich-Bescheiden mit dem relativen Momente der Methode. Dabei darf der Terminus „relativ“ in verschiedener Weise aufgefaßt werden, ohne an Bedeutung und Berechtigung zu verlieren.

Boyle hat es leider verabsäumt, diesen Standpunkt genauer zu formulieren; es sei hierzu an die vorausgegangenen Ausführungen über die allgemeinen Zeitverhältnisse und die Eingliederung Boyles in sie erinnert. Ganz sicher ist aber, daß er nach dieser nicht formulierten Grundlehre gehandelt hat. Er bringt die Relativität

¹⁾ Im Original nicht gesperrt.

der Methode äußerlich durch die Heranziehung der Existenz von Effluvien¹⁾ zum Ausdruck; diese Effluvien sind äußerst feine Materien, von deren Existenz wir mehr ahnen als wissen und die uns darauf hinweisen, daß einmal unsere experimentellen Hilfsmittel beschränkt sind, daß dann aber ferner auch ihre denkbare Vervollkommnung nicht das Erreichen der letzten Grenzen garantiert, da die wahre absolute Erkenntnis schließlich immer wieder — ob mit Recht oder Unrecht läßt sich niemals entscheiden — hinter die erreichten Grenzen gelegt werden muß. Boyle nimmt die alte Lehre vom Aether wieder auf, die freilich immer nur ein Hilfsbegriff bleiben kann, auch wenn man sich wie Boyle bemüht, den undeutlichen, summarischen Begriff deutlicher zu gestalten (z. B. III, 316/317) This suspicion of mine will seem the less improbable if you consider, that though in the aether of the ancients there was nothing taken notice of but a diffused and very subtle substance; yet we are at present content to allow, that there is always in the air a swarm of steams moving in a determinate course betwixt the north pole and the south; which substance we should not probably have dreamed of, if our inquisitive Gilbert had not happily found out the magnetism of the terrestrial globe. An sich aber kommt es nur auf den Grundgedanken an: it would also appear that there may be a much subtiller body than common air, and as yet unobserved by the vacuists, or (their adversaries) the schools, that may even copiously be found in places deserted by the air; and that it is not safe to conclude from the absence of the air in our receivers, and in the upper part of those tubes where the Torricellian experiment is made, that there is no other body left but an absolute vacuity, or (as the atomists call it) a vacuum coacervatum (III, 251). Vakuum und Aether stehen zunächst als Möglichkeiten nebeneinander, obwohl Boyle auf Grund seiner Experimente von vornherein dem Aether zuneigt: In the interim, thus much we seem to have already discovered by our past trials, that if when our vessels are very diligently freed from air, they are full of aether, that aether is such a body as will not be made sensibly to move a light feather by such an impulse as would make the air manifestly move it, . . . (III, 256). Sobald aber die Möglichkeit der Effluvien gesichert ist, gibt es keine Wahl mehr. Folgerichtig muß dann die Ablehnung des absoluten Vakuums ausgesprochen werden, bzw. es ist Vorsicht im höchsten Grade im Gebrauch dieses Begriffes zu fordern. Hatte Boyle das Vakuum bisher nur als relativ aufgefaßt wissen wollen,

¹⁾ Boyle fand bereits eine neue, von der demokritischen abweichende Effluvienlehre bei Fracastoro, Gilbert u. a. vor.

dann entspricht dies der gebotenen Vorsicht; aber nun kann er noch weitergehen, und tatsächlich formuliert er denn auch die sehr schwerwiegende und sehr bedeutsame Erklärung:

„If by a vacuum we will understand a place perfectly devoid of all corporeal substance, it may indeed then, as we formerly noted, be plausibly enough maintained, that there is no such thing in the world (I, 74).¹⁾“

Es sei übrigens dazu angemerkt, daß diese Ansicht und die Auffassung von der Relativität des Vakuumbegriffes wohl kaum von Descartes übernommen sind, sie resultieren vielmehr aus der Einstellung Boyles zu seiner Methode und müssen somit trotz manchen Gleichklanges als für Boyle original gewertet werden.

Solche Sätze aber wie der folgende aus den Entgegnungen gegen Franciscus Linus (I, 135): For though I neither am bound, nor intend, in this discourse, to declare my self for or against a vacuum, hat nur Gültigkeit für die spezielle Sachlage, die in dem fraglichen discourse untersucht wird, hier z. B., „if I examine what he here alleges against the assertors of vacuum“ (ebd.), um zu einer Abschätzung der Methoden zu kommen. Boyle hat sich entschieden, freilich nicht für das Vakuum der Vakuisten! Nach I, 74 besteht kein Zweifel: Boyle war Plenist! Man muß nun freilich noch hinzufügen, daß er es allerdings in einem anderen Sinne war als z. B. Descartes u. a.; die Nichtexistenz des Vakuum ist für ihn keine absolute Notwendigkeit auf Grund irgendeines inneren kosmischen Prinzipes, sondern einfach ein Faktum, das man feststellt.

6. *Dynamische Kontinuität.*

Daß der Plenismus Boyles ein ganz anderes Gesicht hat als etwa der der Kartesianer, rechtfertigt eine nähere Diskussion. Die Verschiedenheit kann man jetzt formulieren: Bei Descartes handelt es sich um die Kontinuität der Materie, bei Boyle um die des materiellen Gefüges der Welt. Zweifellos liegt bei Boyle noch eine gewisse Unklarheit vor; denn auch nach ihm gibt es nur eine einzige allgemeine Materie, die alle Körper aufbaut, die also, wenn es kein Vakuum gibt, kontinuierlich sein müßte, aber andererseits muß er die Effluvia setzen, eine besonders feine Art der Materie (vgl. hierzu am einfachsten die Darstellung bei Laßwitz, II, 272 ff.), die Materie in einer besonderen, äußerst fein verteilten Form, welche die Möglichkeit der Ausfüllung auch der kleinsten auftretenden Poren garantiert. Daß die

¹⁾ Im Original keine Sperrungen.

Welt bei Boyle nicht so primär kontinuierlich ist wie bei den Kartesianern, erklärt sich aus der Wirksamkeit der modernen naturwissenschaftlichen Einstellung, die in der Vorstellung der Leere, der Diskontinuität der Materie, ein vorzügliches und unentbehrliches Mittel zur Darstellung der von ihr gefundenen Gesetze besitzt, so daß sie für ihre Zwecke kurzweg die notwendige Realität dieser Kontinuität statuiert. Die Effluvien haben nun offenbar die Aufgabe, diese Auflösung der Kontinuität unseres Weltbildes wieder zu überbrücken. Damit bekommen sie ein etwas merkwürdiges Aussehen. Man wird sich jetzt auch von diesem Standpunkte aus gegen die summarische Art ihrer Auffassung wenden und darauf hinweisen, daß die sonstige Vorsicht und Zurückhaltung Boyles in der rationalen Formulierung seiner Beobachtungsergebnisse hier nicht zureichend gewesen zu sein scheint. Z. B.: Die Effluvien gemeinhin und speziell die magnetischen Effluvien, alle Unklarheiten in der Auffassung des Magnetismus in der damaligen Zeit zugegeben, zeigen gleichwohl Unterschiede, die ihre Einordnung unter einen charakterisierenden Begriff nicht zulassen. Es muß also die Unzulänglichkeit in der Durchbildung dieses Begriffes ausdrücklich festgestellt werden. Es fragt sich nur, wie weit Boyle hieran überhaupt gelegen war — was natürlich den Mangel an sich noch nicht aufhebt, aber auf neue Gedankengänge führt —, ob er nicht die Effluvien unter einem ganz anderen Gesichtspunkte sah: die Kontinuität des dynamischen Momentes in der Welt sicher zu stellen und zu garantieren, die Kontinuität des Weltmechanismus zu fundamentieren. Die Bedeutung der Effluvien liegt dann nicht allererst im Stofflichen an sich, sondern eben speziell im Dynamischen. Man wird beachten, zu welchem Ergebnis die Bekämpfung der Lehre von horror vacui geführt hat, wie sie „mechanisiert“ worden ist, nur wird man dann auch weiterhin beachten, daß die Zielsetzung Boyles in allen Teilen empirisch fundamntiert ist.

Die Materie ist etwas Metaphysisches, über das Boyle jede Erörterung ablehnt. Die Effluvien, soweit sie einzelne Verkörperungen dieses allgemeinen Materiellen darstellen, sind es zwar auch, aber bei ihnen handelt es sich jetzt gar nicht so sehr um ihre materielle Wesenheit, sondern vielmehr um ihren Sinnzusammenhang mit dem Weltganzen als Mechanismus. Das Experiment untersucht Einzelfälle, mit der Maßgabe aber, daß sie nicht für sich allein Bedeutung haben, sondern im Hinblick auf einen größeren Zusammenhang zu sehen sind. Dies geschieht, und die mechanischen Regeln und Gesetze werden gefunden auf der Basis nicht nur der Kontinuität der dynamischen Wirkungsweise des gerade zur Untersuchung stehenden

Materiekomplexes, sondern unter der Voraussetzung der dynamischen Kontinuität der Materie überhaupt. Nun ist die Diskontinuität, welche die Naturwissenschaftler annehmen, zwar die radikale Auswertung eines Methodenprinzips, aber auch, wenn man es weniger schroff formuliert, mit Beziehung auf die tatsächliche Erfahrung am Experiment, dann kommt man doch im besten Falle nur zur These von der Kontiguität des Gesamtkomplexes aller Körper, kaum aber zu der von der echten Kontinuität aller Materie. Jenes Prinzip ist also nicht ohne weiteres umzustoßen, soweit das empirische Forschen, die Kleinarbeit dieses Forschens in Frage kommt. Es muß daher noch ein anderes Prinzip gefunden werden können, das den kontinuierlichen Zusammenhang des Weltmechanismus erklärt. Man kann gewiß nicht sagen, daß die Effluvia unmittelbar die zu schließende Lücke ausfüllen, aber sie stellen die Grundlage dar und fundamentieren das gesuchte Prinzip. Es unterliegt kaum einem Zweifel, daß sie Boyle intuitiv in dieser Weise aufgefaßt hat, allerdings nicht mit der notwendigen Präzision. Das hindert ihn denn auch an der ebenso notwendigen klaren Endformulierung: er hat sie zwar geahnt, aber nicht geben können, und sie blieb unausgesprochen. Aber schon das Ahnen ist ihm als Verdienst anzurechnen, es war ein erster Anfang und man bedenke die Bemühungen um ein klares und anschauliches, d. h. verständliches Bild von dem Aether in der heutigen modernen Physik und ihre relative Erfolglosigkeit.

Die Ablehnung der Existenzmöglichkeit des Vakuums erscheint in diesem Zusammenhange selbstverständlich, denn jedes Vakuum würde die Unterbrechung der dynamischen Kontinuität des Weltmechanismus bedeuten, und das ist nicht denkbar, eine Frage übrigens, die nachher noch einmal bei dem Vergleich mit der Lehre Newtons zu beachten sein wird.

7. *Vacuum und spatium, zwei verschiedene Probleme.*

Wichtiger aber als dieses Ergebnis ist im Augenblick noch ein anderer Punkt, der das Prinzip überhaupt aller Vakuumexperimente betrifft. Nach der allgemeinen Auffassung der Zeit haben die Vakuumexperimente den Zweck, das Raumproblem zu klären. Seit dem Torricellischen Experiment hatte die Lehre von der Existenz eines selbständigen Raumes den entscheidenden Impuls erfahren, von dem Ausfall dieser Experimente machte man das Schicksal jener Lehre abhängig, sowohl auf seiten der Gegner als auch der Anhänger. Und nun ist festzustellen, daß die ganze Angelegenheit des Vakuums

von Boyle behandelt und, wie man sagen kann, auch zu Ende geführt ist, ohne daß auch nur mit einem Worte des Raumes als Problem Erwähnung getan wurde. Man muß daraus schließen, daß zwischen Raumproblem und Vakuumproblem keine Verbindung besteht, daß es sich um zwei verschiedene Probleme handelt, die nicht nur jedes für sich behandelt werden können, sondern müssen; es hätte sich sonst bei der Diskussion des Vakuums irgendeine Beziehung zum Raume feststellen lassen müssen. Und das ist um so auffallender, als die Zeit ganz anders dachte. Die Tatsache, daß hier eine geradezu revolutionierende Neuerung vorzuliegen scheint, ist der stärksten Beachtung wert.

Allerdings muß sofort bemerkt werden, daß bei Boyle selbst jeder Hinweis auf diese Tatsache fehlt, er sich ihrer also auch nicht bewußt gewesen sein muß. Zur Erklärung kann man nur annehmen, daß er sich, wie auch an anderen Stellen sich schon gezeigt hat, so sehr an die Kritik der Methodenfragen gebunden hatte, daß ihm die Bedeutung wichtiger Gedankengänge, die dabei herauskamen und über sein spezielles Thema hinausführten, vollständig entging, merkwürdiger Weise auch seinen Zeitgenossen. Das ändert freilich nichts an der Tatsache, daß trotzdem zu großen Gedanken der erste Grund gelegt wurde, Gedanken, die auch heute noch Geltung besitzen.

Wie kommt es aber zu der Isolierung des Problems Vakuum von dem Problem Raum? Die Antwort lautet kurz: Das Vakuum ist ein physikalisches, der Raum ein philosophisches Problem.

Die Physik behandelt die Dynamik des Weltganzen, es ist ihre Aufgabe, das Walten der Natur in rechnermäßigen Gesetzen so darzustellen, daß wir die Ordnung in jener Dynamik erkennen und begreifen können. Alle diese Gesetze sind ihrem Wesen nach Beziehungsbestimmungen, bestimmt durch die Körper, ihre Verhältnisse zueinander, ihre Wirkungen aufeinander. Das Vakuum gehört nun sicher in dieses spezielle Ordnungssystem, und deshalb muß die Diskussion der dynamischen Verhältnisse auch die Entscheidung über die Möglichkeit des Vakuums erbringen können. Also ist das Vakuum ein dynamisches Problem. Als solches ist es, was gegenüber der Auffassung der Zeit zu betonen wäre, nichts „Anschauliches“, denn alle Fragen betreffs Dynamik arbeiten zwar mit anschaulichem Material, nämlich den Körpern und den Bewegungsvorgängen im Phänomenalen, sind aber sonst rein begriffliche Angelegenheiten. Man kann übrigens daraus wieder unmittelbar folgern, daß das Vakuum ein relativer Begriff ist, der, wollte man versuchen, ihn absolut zu nehmen, jeden Sinn verlieren würde. Es ist in dem

angegebenen Sinne eine Angelegenheit der physikalischen Forschung, zu entscheiden, wieweit er gültig und zulässig ist und wieweit nicht.

In einem gewissen Gegensatz hierzu ist das Problem des Raumes die Frage nach dem Wesen der Struktur des Phänomenalen, und diese Frage gehört in das Gebiet der psychologischen und philosophischen Forschung. Da der Raum hier schon in der ersten Betrachtung als das allgemeine Prinzip erscheint, dem alles Vorstellen unterworfen ist, kommt eine physikalische Analyse für ihn ganz und gar nicht in Betracht. Denn diese bedarf ja selbst erst jenes Prinzips. Das statische Moment, das der Raum verkörpert, ist zu universal, als daß es für die Zwecke analysierender Bestimmungen in einzelne Fragen aufgelöst werden könnte. Nur hinsichtlich der Erkenntnis der Dynamik in der Welt ist dieses Verfahren gestattet, weil man einzelne Vorgänge im Materiekomplex beobachten kann. Die Materie läßt sich beobachten, der Raum ist selbst Beobachtungsmittel und kann so zwar vielleicht begrifflich und auch in formaler Anschauung erfaßt werden, ist aber nie Erfahrung im Sinne des physikalischen Experimentes. Infolgedessen nimmt Boyle nicht im geringsten Anstoß daran, von *room, space, deserted space, the deserted space in the tube in the Torricellian experiment* (vgl. I, 155 u. immer wieder) im Sinne eines Raumes, der als Aufnahmegefäß der Dinge, *entium quorumvis receptor*, aufgefaßt wird (vgl. I, 145: „the room possessed by the unexpanded air“), ohne zu entscheiden, ob er, absolut genommen, für den Materiemechanismus des Universums irgendeine Bedeutung hat. Erstens ist dies nicht möglich, und zweitens auch gar nicht so wichtig, weil die Hauptuntersuchungen, die physikalischen in dem obigen Sinne, gar nicht so sehr davon betroffen werden. Wir müssen — und das genügt vollständig, worin sich zugleich die Berechtigung zeigt — den Raum als einen Hilfsbegriff, eine Hilfsvorstellung etwa behandeln, woran auch dadurch nichts geändert wird, daß er uns äußerst natürlich und, weil unbedingt mit jeder Wahrnehmung verknüpft, fundamental notwendig erscheint. Man wird bemerken, daß Boyle jegliche genaueren Ausführungen zu diesem Punkte fehlen, er scheint niemals der Beachtung und Besprechung wert gewesen zu sein. Gegenüber der Mannigfaltigkeit und Fülle der Vakuumexperimente ist das doppelt auffällig, und wenn auch das Vakuum in einem ganz anderen Sinne behandelt wird, als man es erwartet, schon allein auf Grund der andersartigen Behandlung ergeben sich natürliche Gelegenheiten genug, die sonst so viel diskutierte Frage des Raumes zu berühren. Boyle hat von ihnen keinen Gebrauch gemacht!

Damit wird der dargestellten Auffassung noch ein anderer wichtiger Charakter zuerkannt, der der absoluten Selbstverständlichkeit, und in dieser letzten Ergänzung liegt die endgültige Vervollständigung jener Ansicht.

Daß Boyle ihren Umfang und ihre Grenzen genau erkannt hatte und auch mit Bewußtsein als einzige, bisher zum mindesten gegebene Möglichkeit wissenschaftlich fundierten Erkennens betrachtete, dafür spricht der folgende Punkt: sobald es sich nicht nur um eine formale, sondern eine im eigentlichen Sinne material-absolute Erkenntnis handelt und also irgendwie die objektive Seite des Raumes — nach der gewöhnlichen Auffassung — in Frage kommt und mitsprechen könnte, spricht Boyle nicht vom room und space, sondern vom Vakuum, von vacuities u.s.w. Ob er noch eine Unterscheidung zwischen room und space gemacht hat, läßt sich, wenn auch hin und wieder Anzeichen dafür vorhanden zu sein scheinen, nicht recht beurteilen, und anscheinend hat er auch darauf keinen Wert gelegt.

Für Meier (a. a. O. S. 17) ist es nicht anders denkbar, als daß Boyle in seiner Raumauffassung völlig im Bannkreise Gassendis gewesen ist, „als“ daß er sich nicht auch in diesem Punkte Gassendi angeschlossen haben sollte. Er meint allerdings, daß Boyle einen realen Raum angenommen habe, den er z. B. gegen Hobbes verteidigt (vgl. oben). Von all dem kann keine Rede sein. Gassendi setzte den Raum real, weil er ihn für identisch hielt mit dem Prinzip Vakuum, das sich in den Formen des vacuum separatum, vacuum coactervatum und vacuum disseminatum nachweisen läßt; diese vacua sind geeint im Raum, für den sie umgekehrt die verschiedenen Formen der empirischen Nachweisbarkeit darstellen. Gassendi stellt sich damit vollständig in die bisherige Entwicklungslinie der naturwissenschaftlichen Theorien. Meier bemerkt selbst (ebd.); „Boyle kennt diese Unterscheidung“ (der verschiedenen vacua nämlich), „aber sie scheint ihm ziemlich belanglos gewesen zu sein“. Das war sie ihm gewiß, aber freilich aus einem anderen Grunde, als Meier meint: die ganze Auffassung des Vakuums als eines absoluten Zustandes war nach Boyle falsch. Und damit ist jeder Anschluß an Gassendi aufgehoben. Nur insofern folgt Boyle Gassendi, als er die Raumvorstellung von Anfang an als einfach vorhanden setzt. Es ist aber ein Unterschied, ob man es bei dieser einfachen Setzung läßt, welche keine Bedeutung hinsichtlich des Ontologischen, sondern nur hinsichtlich der Erfassung und Charakterisierung des Phänomenalen hat, oder ob man außerdem noch mit ihr den Anspruch auf Erkenntnis eines Seins des Absoluten verbindet, wie es Gassendi getan hatte. Das Verhältnis

Boyles zu Gassendi hinsichtlich ihrer Raumauffassung ist also kurz gesagt dies: Boyle verweist kritisch die These Gassendis in die ihr natürlich gezogenen Grenzen, lehnt alle weitergehenden Ansprüche, da sie keine entsprechende Erkenntnis von Tatsachen hinter sich haben, ab und nimmt jene These erst in dieser neuen Form an, nunmehr aber, wie man wohl sagen darf, aus einem originalen Empfinden heraus.

Uebrigens hat sich Boyle selbst recht kritisch über die Gassendische Ansicht in den „*Advices in judging things said to transcend reason*“ geäußert. Er führt zunächst aus (IV, 459/460), daß Gassendi und seine Anhänger im Gegensatz zu Aristoteles und allen Philosophen, that have lived since his time, im Raume (place or space) eine dritte Sorte von Dingen (a third sort of things) gesehen hätten, weil er weder Substanz noch Akzidens sein könne: whence Gassendus wittily infers, that bodies are rather accidental in respect of place, than space in respect of bodies. Dann fährt er fort: But without staying to examine this paradox (man beachte diesen Ausdruck!) wolle er nur allgemein sagen, daß, wenn man with an heedful and unprejudiced eye sich die verschiedenen Hypothesen oder Systeme ansehe, maintained by the different sects of philosophers, sich herausstelle, daß keines von ihnen in allen Punkten restlos genügen könne, cannot safely applied. Der Fehler, der gemacht wird — Boyle nennt keine Namen, sondern spricht von „the mind of man being fare more desirous to know much, than to take the pains requisite to examine, whether he does so or not“ —, ist der, daß man einen Untersuchungsgegenstand, in dem man sich unmittelbar nicht recht auskennt, einfach nach anderweitig verwandten Methoden und Grundsätzen beurteilt, „the mind is very prone to think, that any small number of things, that it has not distinctly considered, must be of the same nature and condition with the rest, that he judges to be of the same kind“. Der Vorwurf wird ganz allgemein erhoben, und besonders werden Gassendi und „his followers“ nicht ausgenommen, und also haben auch sie sich nach Boyle nicht genügend mit dem Raumproblem als solchem, wie es sein muß, unvermengt mit andersartigen Problemen beschäftigt, und Gassendi wird auch nicht ausgenommen, wenn jetzt Boyle unmittelbar noch eine sehr scharfe Bemerkung hinzufügt und sagt: For by thus attaining to the knowledge of things, by way of inference, the minds gratifies, at once both his vanity, and its laziness (Faulheit!); looking upon these conclusions, as marks of the excellency of its rational faculty, whilst they rather proceed from a want o the due exercise of it.

Man kann aber die Sache des Raumes nun noch ganz anders auffassen, — in der Absicht, schließlich nicht nur die Feststellung von Tatsachen im Phänomenalen, sondern weiter auch eine Charakterbestimmung zu erreichen. Nun ist er, wie sich ohne jede Spekulation ergibt, einfach als Gegebenheit hinzunehmen, und in den anderen Erörterungen ist niemals eine Veranlassung aufgetaucht, weiter darüber zu diskutieren, ja, jedes Weitergehen würde ein Eingehen auf metaphysische Spekulationen ergeben. Es ist dies vielleicht schon charakteristisch genug, und man kann fragen: Gibt es überhaupt ein Problem Raum, wie es ein Problem Vakuum, Luftdruck, Körper gibt, ist der Raum überhaupt ein Problem? Boyle ist auch konsequent genug, ebensowenig wie die Frage des Vakuums die der materiellen Ausdehnung mit dem Raume zu verknüpfen, konsequent insofern, als er nicht auf eine neue Art den Raum wieder an das dynamische Problem bindet, nachdem er ihn vorher davon gelöst hatte. Wohl-gemerkt stehen dabei die bekannten Fragen bezüglich Zusammenhang, Wechselbeziehung, gegenseitige Bindung und Fundierung von Raum und Ausdehnung noch keineswegs zur Diskussion, und etwaige Bestimmungen (Definitionen) der Ausdehnung bleiben noch völlig offen. Das eine aber kann sofort gesagt werden: Gegenüber der Ausdehnung mag das Verlangen nach Analyse berechtigt erscheinen, denn die Vorstellung „Ausdehnung“ ist eine Abstraktion aus einem gegebenen Wahrnehmungskomplex, der, wie sich zeigt, einer tiefer greifenden Erforschung sehr wohl zugänglich ist; der Raum jedoch ist durch sich selbst gegeben, er kann anders als die Ausdehnung ohne gegebenen Wahrnehmungskomplex vorgestellt werden und unabhängig von einem solchen, es ist nicht so wie bei der Ausdehnung, die immanent immer die Beziehung zu dem fundierenden Komplex behält und behalten muß. Man hat gefragt: Was ist der Raum? Diese Frage findet sich bei Boyle nirgends und ist auch nirgends und nicht im geringsten angedeutet! Die Antwort müßte lauten: Wir fragen ja auch nicht, was ist die Materie (*materia prima*), was ist die Bewegung, was ist Eigenschaft, sondern wir sagen nur, Materie ist, Bewegung ist, Eigenschaften sind u.s.w., und nur, weil uns diese Dinge die Außenwelt als ein Seiendes und Wahrgenommenes verkörpern, denken wir sie real. Auch der Raum ist, mit dem Unterschiede nun aber, daß er eine bloße Form ist. Und was ist dies, diese Form? Auch diese Frage hat Boyle nicht beantwortet, und doch lag sie für ihn außerordentlich nahe: Der Raum ist bei Boyle, wenn man es etwas paradox ausdrückt, nichts anderes als eine Methode. Der Kampf gegen die Scholastik, gegen das

Metaphysische im Gebäude der Wissenschaften, gegen die spekulativen Weiterungen der Naturwissenschaften ist bei Boyle vor allem ein Kampf um die Methode der Wissenschaft geworden, in dem Ergebnisse wohl eine wesentliche, aber nicht die erste Rolle spielen. Und das ist überhaupt der Sinn der zu jener Zeit modernen Geistesrichtung, den Boyle also besser erkannt hatte als alle Zeitgenossen, daß sie systematische Methoden an Stelle der bloßen Bedarfssetzungen der Scholastik zu finden sucht. Die Lehre vom horror vacui ist eine solche Bedarfssetzung. Die Kontinuität der Materie als Angelegenheit der kontinuierlichen Dynamik und der Raum als Methode sind das Gegenteil zu jener. Es ist zu bedauern, daß gerade in diesem Falle Boyle das letzte Ergebnis seiner Untersuchungen nicht exakt zu formulieren imstande gewesen ist. Man kann es erklären: Boyle hätte den gesamten Zeitgeist überwinden müssen. Aber in dem einen Punkte sind die Grundlagen geschaffen, und darin hat Mosessohn — unter einigen Vorbehalten — recht, wenn er sagt (S. 57): Keiner kommt so nahe an die Kantsche Kritik heran.

Es gibt in jener Zeit eine ganze Reihe von Raumtheorien, die in gewissen Beziehungen ein ganz ähnliches Bild geben wie die Raumtheorie Boyles und ihr geistesverwandt genannt werden können. Sie leiden aber unter dem schweren Mangel, daß sie allzu sehr und unmittelbar mit einer vorliegenden Schulsystematik verkettet sind, sich als weiterführende Kritik eines bestimmten Systems, einer bestimmten Richtung erweisen, daß sie also, wie man sagen könnte, in den Einzelheiten weitgehend vorbelastet sind, z. T. ohne diesen Zusammenhang gar nicht verständlich erscheinen. Weil sie infolgedessen durchsetzt sind von Dogmen und Tendenzen einseitigster Art, entbehren sie solcher großen und universalen Gesichtspunkte, wie sie offensichtlich die Vorzüge der Boyleschen Theorie sind, bzw. können sie solche Gesichtspunkte nicht als Aufbauprinzipien zu rechter Geltung kommen lassen. Boyles Theorie läßt sich nicht schulmäßig eingliedern, sie ist ein Anfang.

Natürlich muß man berücksichtigen, daß er eigentlich seine Theorie niemals richtig vollendete. Man kann trotzdem jenen Terminus wohl unbedenklich beibehalten, denn wenn auch die Formulierungen fehlen, der Inhalt ist deutlich gegeben und damit das, was das wesentlichste ist und die Zeiten überdauert.

8. *Extensio.*

Es bleibt noch die Ausdehnung zu erörtern, wobei von vornherein zu vermuten ist, daß gerade diese Frage unter der Nicht-

vollendung der Theorie leiden wird. In der Tat, davon, daß die Untersuchung der Begriffe *spatium-extensio* in ihrem gegenseitigen Verhältnis fast klassisch geworden war, merkt man bei Boyle nichts. Es ist überhaupt mehr als auffallend, wie wenig die Ausdrücke *extension* und *extended* gebraucht werden. Zunächst scheint es, als ob die Bedeutung der Ausdehnung durchaus nicht verkannt würde, denn es heißt in der Definition der Materie: *I agree with the generality of philosophers so far as to allow, that there is one catholick or universal matter common to all bodies, by which I mean a substance extended, divisible, and impenetrable* (III, 15), und ein anderes Mal wird die Ausdehnung die scheinbar wesentlichste Eigenschaft genannt: *which indeed seems the property most essential to, because inseparable from a body* (I, 38, vgl. oben). Weiter aber läßt sich Boyle darüber nicht aus. Eine Erklärung dafür ist nach dem Stande der Entwicklung der Theorie leicht zu finden. Hinsichtlich der Phänomenalität der Körper ist die Ausdehnung nur ein Teil des Raumes und findet somit in ihm bereits ihre Deutung; soweit sie aber tatsächlich Akzidens ist bzw. einen absoluten Grund hat, unterliegt sie dem allgemeinen Gesetz, dem alle Akzidentien unterworfen sind: Sie sind im letzten Grunde metaphysisch und wir müssen uns mit einigen Begriffsformulierungen begnügen, wenn wir über sie etwas ausmachen wollen. *For the knowledge we have of the bodies without us, being for the most part fetched from the informations the mind receives by the senses, we scarce know any thing else in bodies, upon whose account they can work upon our senses, save their qualities* (III, 11). Freilich geht nun das Bestreben dahin, dennoch über die Qualitäten etwas mehr auszusagen und zum wenigsten über ihren absoluten Grund etwas ausfindig zu machen; um doch so etwas wie eine Erklärung zu erreichen, und dies gilt auch ganz besonders für die Ausdehnung.

Boyle hat sich mit der Natur der Qualitäten ausführlicher beschäftigt; es ist bekannt, daß er die Unterscheidung von primären und sekundären Qualitäten schon vor dem Erscheinen von Lockes Hauptwerk auf die moderne Physik bzw. Naturphilosophie übertragen hat und z. B. auch die cartesianische Lehre unter diesem Aspekt umzugestalten suchte. Hier kommt es nun zunächst besonders auf die primären Qualitäten an, die den *sensible phaenomena* (III, 26), *sensories* (III, 23), *sensible qualities* (III, 24), *sekondary qualities* (ebd.), *primordial affections* (III, 292) gegenüber gestellt werden: *I say not that there are no other accidents in bodies than colours, adours, and the like; for I have already tought that there are simpler and more primitive affections of matter, from which these secondary*

qualities, if I may so call them, do depend: and that the operations of bodies upon one another spring from the same, we shall see by and by (III, 23/24). And there are some other attributes, namely, size, shape, motion, and rest, that are wont to be reckoned among qualities, which may more conveniently be esteemed the primary modes of the parts of matter; since from these simple attributes, or primordial affections, all the qualities are derived (III, 292). Der grundsätzliche Unterschied zwischen den beiden Arten von Qualitäten ist der, daß die primären allgemeine Qualitäten sind, solche, die ganz allgemein und ohne jede Rücksicht auf irgendwelche Strukturbedingungen der Gesamtheit der Körperwelt der Materie zukommen, was von den sekundären Qualitäten offenbar nicht gilt. Diese letzteren sind erst, wie man sagen kann, die bedingten Resultate des Zusammenwirkens allgemeiner, unbedingter Faktoren; die „sensible phaenomena“ sind „however we look upon them as distinct qualities, are consequently but the effects of the often mentioned catholick affections of matter, and deducible from the size, shape, motion (or rest),¹⁾ posture, order, and the resulting texture of the insensible parts of bodies“ (III, 26).

Die Abgrenzung der beiden Arten von Qualitäten ist eindeutig, die Bestimmung aber jener primären Qualitäten nun für sich scheint nicht so ganz genügend, denn es wird sich zeigen, daß jene primären Qualitäten nichts anderes bei Boyle sind als begriffliche Postulate. Mit der allgemeinen Bestimmung, daß sie „are the most primary and simple affections of matter“ (III, 97), ist ontologisch recht wenig gewonnen. Es muß eine speziellere Fixierung gefordert werden. Nun ist aber schon die Aufzählung der fraglichen Qualitäten nicht immer gleich. Da spricht Boyle einmal (wenn wir hier die Bewegung — motion (or rest), eine fast stehende Redensart — weglassen wird) von figure, shape, and the texture of bodies (III, 23), ein anderes Mal von matter, bulk and shape (III, 22), dann auch nur von bigness oder size und shape (z. B. III, 97; III, 292) und dann wieder werden magnitude und shape the primitive modes und catholick affections of matter itself genannt. Am deutlichsten drückt sich Boyle im Anschluß an die Festlegung der allgemeinen Materie (vgl. oben) aus: each of the primitive fragments, or other dictinct and intire masses of matter, must have two attributes, its own magnitude, or rather size, and its own figure or shape (III, 16), wozu dann noch als Ergänzung die Aufzählung der drei „essential properties“ gehört, nämlich magnitude (by which I mean not quantity in general, but a deter-

¹⁾ Im Original kein Komma.

mined quantity, which we in English oftentimes call the size of a body) shape, and either motion or rest, und dabei werden noch einmal die beiden ersten als inseparable accidents of each distinct part of matter bezeichnet.

Es ist natürlich ganz klar, daß Boyle eine bestimmte Vorstellung gehabt hat, und es ist auch leicht festzustellen, was er zum Ausdruck bringen wollte: fragt man, was bleibt, wenn man von der subjektiven Form absieht, dann findet man den Begriff der Größe, und zwar jener Größe, die den Körper als Sein schlechthin begründet und, individuell variiert, schon der primäre Konstitutionsfaktor der Korpuskeln ist. Die individuelle Variation ist nicht anders denkbar, als daß diese Größe nicht gestaltlos ist. Das letzte Grundwesen eines Körpers ist also die gestaltete Größe. Dieses ist nun aber freilich eine rein rationale Bestimmung, und die Gegenüberstellung der primären Qualitäten zu den sensiblen, phänomenalen sekundären Qualitäten, die Feststellung oben (III, 23), daß außer den phänomenalen wie Farbe, Geruch u.s.w. noch andere existieren, unterstreicht den rationalen und nur rationalen Charakter. Dies wird noch deutlicher, wenn man zum Vergleich an die *cosmical qualities* denkt; auch sie sind zwar nicht wahrnehmbar wie die gewöhnlichen Qualitäten, nicht eigentlich sensible, aber diese Negation ist nicht grundsätzlich, d. h. es ist denkbar, daß sie überwunden werden könnte. Von den echten primären Qualitäten gilt nicht das gleiche. Und da entsteht nun die Schwierigkeit, daß jene Größe schließlich ja doch nicht nur ein Begriff ist, sondern durch die Ausgedehntheit auch den Anspruch auf eine gewisse „Anschaulichkeit“ erhebt, *shape* und *figure* (der letzte Terminus wird einmal ganz besonders auf geometrische Figuren angewandt, III, 299) sind nicht nur rationale Fixierungen! Hier spielt jetzt die Ausdehnung hinein, und mit dieser Ausdehnung kann Boyle nicht fertig werden. In die Definition der allgemeinen Materie hat Boyle den Ausdruck *extended* aufgenommen, aber er steht ganz vereinzelt da und erfährt keine Vertiefung, wie es bei der Materie als solcher durch die Auflösung in Korpuskeln und deren Charakterisierung geschieht. Die Frage etwa, warum die Größe als Ausdehnung erscheint und in dieser Form unzweifelhaft vorgestellt wird, oder auch warum die Methode Raum hier akzidentenartig unmittelbar auf das objektive Sein Bezug nimmt — denn die anderen Akzidentien sind erst wieder noch im Raum —, und wie weit eine solche Annahme objektiv berechtigt ist oder nicht, kann nicht beantwortet werden, ist etwa, wie man es nach der Einstellung Boyles formulieren könnte, metaphysisch gefragt. Es ist auffallend

bzw. auch wieder nicht, daß während der ganzen Erörterung der Qualitäten die Ausdehnung nicht ein einziges Mal genannt und nicht ein einziges Mal der Versuch ihrer Eingliederung oder eines Vergleichs gemacht wird und dann auch natürlich nicht die Rede davon ist, ob vielleicht die Ausdehnung auf Grund der Begriffe *magnitude* und *shape* oder *figure* zu den primären Qualitäten gezählt werden könnte oder vielleicht wenigstens ihnen näher steht als die Qualität Farbe und die Qualität Geruch. Wenn sich von alledem nichts findet, dann kann dies nur bedeuten, daß das Problem Ausdehnung von Boyle völlig unerledigt gelassen ist. Man kann sich auch nicht mit dem Gedanken zufrieden geben, daß etwa Boyle einfach der allgemeinen Auffassung gefolgt sei, da in diesem Punkte Kartesianer und Naturwissenschaftler insofern übereinstimmen, als beide die Ausdehnung als Grundeigenschaft des Materiellen ansahen. Man wird auch daran denken, daß wenig später Locke ganz selbstverständlich die Ausdehnung zu den primären Qualitäten rechnete. Man kann sich, wie gesagt, mit diesem Gedanken als Erklärung nicht zufrieden geben, da Boyle dann auf der anderen Seite wieder in Konflikt mit seiner Raumauffassung kommt. Ganz sicher also ist die ganze Frage jetzt zu einer fragmentarischen und problematischen Angelegenheit geworden, und da die Entwicklung bei Boyle eine ganz natürliche ist, kann man daraus den Schluß ziehen, daß die kritische Einstellung Boyles seiner Zeit sehr wohl hätte zeigen können, daß sie mit den bisherigen Methoden das Raumproblem nicht zu lösen imstande war.

9. *Schlußfolgerungen.*

Weil Boyle für die mechanistische Naturauffassung eintrat, weil seine Lebensarbeit dem Ziele galt, den mechanistischen Untersuchungsmethoden Geltung zu verschaffen, weil er selbst ausnehmend aktiv entsprechende naturwissenschaftliche Studien trieb, hat man ihn schon zu seiner Zeit als einen Vertreter der neuen Geistesrichtung angesehen. Betrachtet man allerdings hier die Ergebnisse seiner Untersuchungen über Raum und Vakuum im ganzen, dann bleibt von den Thesen, für die die Naturwissenschaftler sich seit einem halben Jahrhundert einsetzten, eigentlich wenig übrig, und die Kritik, die Boyle an den Vakuisten geübt hat, erscheint bedeutsamer als die, mit der er sich gegen die Plenisten wendet. Denn er leugnet die Möglichkeit des Vakuums, er hält unbedingt an der Kontinuität der Materie fest, er sieht im Raume bestimmt kein absolutes Sein, und das einzige, was als ausgesprochen positive Stellungnahme gegen die Scholastik und

die Kartesianer erscheint, ist die Ablehnung der metaphysischen Bedarfssetzung „horror vacui“. Um das letzte hat sich Boyle besonders bemüht, auffallend wenig um die Begründung der anderen Thesen, obwohl sich gerade hieraus die größten Gedanken entwickeln lassen. Ist ihm die Ablehnung des Vakuums und die der Verquickung des Vakuums mit dem Raume so selbstverständlich erschienen, daß er genauere Untersuchungen für unnötig hielt — und deshalb ihm auch die Größe der noch verborgenen Gedanken entgangen ist? Daß die Raumvorstellung als solche anerkannt wird, ist nicht so etwas Besonderes und Neues mehr, denn selbst echte Scholastiker wie Morin, einer der schärfsten Gegner der neuen Geistesbewegung, hatten sich dazu bereit finden lassen. Es geschieht bei Morin — und bei anderen — in einer recht unbestimmten und recht verklausulierten Form, aber ist das, was Boyle tatsächlich ausgeführt und in seinen Schriften wirklich niedergelegt hat, bestimmt, klar und eindeutig ausgesprochen? Es mag vielleicht sein, daß diese Einwendungen recht ketzerisch klingen, aber der Verdacht ist da, und es werden ganz gewiß Zweifel laut gegen die Berechtigung der oben angegebenen Eingliederung Boyles, und man wird sein Forschen einmal kritischer ansehen müssen, und zwar im Hinblick darauf, daß es sich jetzt um eine rein persönliche Angelegenheit Boyles handelt. Wohlgemerkt, daß rein wissenschaftlich und abgesehen von der Einzelpersönlichkeit Boyles und seiner Zeitgebundenheit und über diese hinaus der Grund für große Gedanken gelegt worden ist und daß diese Grundlegung innerhalb einer systematischen Betrachtung der Entwicklung des Menschengenies unbedingt ihren Wert behält, trotz der noch nicht gegebenen Vollendung der fraglichen Gedanken, daran ist nicht zu zweifeln, und in dieser Hinsicht ist die Wertschätzung Boyles für die von ihm geleistete Arbeit gesichert.

Die mechanischen Gesetze der Naturwissenschaftler sollten die alte Lehre ersetzen. Wenn Boyles Kampf gegen den horror vacui in ihm besonders das metaphysische Prinzip treffen will, dann ist damit noch nicht gesagt, daß er wie die Naturwissenschaftler die alte Lehre überhaupt aufheben will. Er will zunächst nur das Metaphysische ausschalten. Und tatsächlich, was er schließlich als Ergebnis ausspricht, ist im Grunde wieder ganz die alte Lehre, nur mit dem Unterschiede, daß sich Boyle nicht mit undeutlichen Materievorstellungen, abstrakten terminologischen Feststellungen begnügen will, sondern experimentell prüfbare, physikalische Ideen damit zu verbinden sucht. So kommt es gar nicht zu einer Aufhebung der alten Lehre, sie ist nur nach der dynamisch-mechanischen Seite hin um-

formuliert, so freilich, daß der alte Kern noch deutlich sichtbar bleibt und auch weiterhin bestimmend mitwirkt. Denn was vorher in den horror vacui hineingelegt worden war, ist jetzt genau so enthalten in dem Postulat der dynamischen Kontinuität. Man beachte, wie Boyle die Kontinuität der Materie aufrecht zu erhalten bemüht ist gegen die innere Tendenz der Methode, man beachte, wie wenig Bedeutung praktisch der Raum für den absoluten Aufbau der Welt hat, wie er nur als subjektive Vorstellungsmethode erscheint und nicht, wie es ein echter Vertreter der neuen Geisteshaltung vielleicht postuliert hätte, als eine notwendige und nicht anders denkbare Darstellungsmethode der Physik und Mathematik, soweit sie sich mit physikalischen Fragen theoretisch beschäftigt. Und dann soll noch ein letzter Punkt ergänzend angeführt werden: Im Gegensatz zu allen anderen Naturwissenschaftlern und einem großen Teil anderer Gelehrter seiner Zeit, selbst im Gegensatz zu den Kartesianern, lehrt Boyle die Endlichkeit der Welt (gegen Descartes vgl. die Darstellung bei Mosessohn, S. 41), und einmal spricht er geradezu verächtlich von those imaginary spaces, which divers of the schoolmen fancy to be beyond the bounds of our universe (III, 306; ähnlich V, 227); die Worte fancy und imaginary sind deutlich genug, und mit den schoolmen werden offensichtlich auch die Vakuisten gemeint. Der auch innere, persönliche Gegensatz zu ihnen wird hier eindeutig offenbar. Und im ganzen gibt es kaum eine andere Erklärung der aufgezeigten Schwierigkeiten — solche im Hinblick auf die überpersönliche Leistung Boyles, von der oben gesprochen worden ist — als die, daß sich Boyle der alten scholastischen Lehre mehr verbunden fühlte als den neueren Bestrebungen, die ihm vielleicht in ihrem persönlichen Aufschwung zu radikal erschienen sein mögen und daß er versucht hat, von dem Werte der neuen Methode an sich sehr wohl überzeugt, jene andere mit Hilfe dieser neuen so zu modernisieren, daß sie den Ansprüchen der Zeit an ein wissenschaftlich begründetes Weltbild entsprach. Es liegt darin, typisch für das Zwischenspiel zwischen zwei Epochen, die Kritik des Alten an Hand des Neuen und gleichzeitig die Kritik des neuen an Hand des alten geistigen Besitzstandes, und bei Boyle hat sehr wahrscheinlich der letzte noch das Uebergewicht gehabt.

10. Boyle und Newton.

Es ist nach dem Vorausgegangenen ohne weiteres klar, daß Boyle als Naturphilosoph isoliert und ohne Einfluß auf seine Zeit bleiben mußte; für die Vertreter der alten Lehre war seine Methodik unannehmbar, die Vertreter der neuen konnten sich mit der Methode allein

nicht zufrieden geben und fanden doch bei ihm nichts weiter als die Begründung des Wertes der neuen Geisteshaltung an sich. Dennoch hat die Arbeit Boyles einen Vollender gefunden, allerdings in einer ganz anderen Weise, als es zu erwarten war. Es ist Newton und seiner Genialität zu danken, daß Boyles Bemühungen auch für die Zeit nicht ganz erfolglos waren. Es wurde dies dadurch ermöglicht, daß Boyle und Newton hinsichtlich ihres wissenschaftlichen Arbeitens geistesverwandt waren wie selten zwei Forscher es je gewesen sind, „beide verraten das lebhafteste Interesse für methodologische, aber nur ein geringes für spekulative Fragen“ (Lang, I, 342), beide wenden sich gegen unbegründete Hypothesenbildung, beide suchen nach dem mechanischen Zusammenhang des Weltganzen. Bei Newton kommt nun freilich noch hinzu, daß er Mathematiker war, und schon die einfache Existenz der Formel und des mathematischen Satzes muß dazu Veranlassung geben, in der Systematik den letzten Ausdruck und die Vollendung des Zweckes der Einzelbeobachtung zu sehen. Boyle beobachtet, um Universalbegriffe zu prüfen, Newton, um sie zu finden, d. h. um aus den Beobachtungen das beherrschende System entwickeln zu können. So nahe also auch Newton Boyle gestanden haben mag, um dessen Arbeiten für die Zeit zu werten, und es scheint, als ob Newton, der jüngere, viel von dem bereits allseits geschätzten Boyle gelernt habe, waren schwerwiegende Umdeutungen und eine totale Aenderung der letzten Tendenz notwendig. Da hier nicht eine Darstellung der Theorie Newtons und ihrer historischen Verflechtung gegeben werden soll, was ich in einem anderen Zusammenhang an anderer Stelle zu tun versucht habe, sollen die in Frage kommenden Punkte nur ganz kurz genannt werden.

Es sind drei:

1. Es zeigt sich, daß Boyle den Raum nicht entbehren kann und dies ist ihm zudem, dem vorsichtigen und kritischen Denker, selbstverständlich. Das bedeutet mit anderen Worten ausgedrückt: In unserem Vorstellen und Denken „ist“ der Raum, genau so, wie Materie u.s.w. „ist“. Im letzten Falle meinen wir damit das Wahrnehmen einer irgendwie realen Existenz, die an sich unabhängig ist von unserem Vorstellen und Denken. Warum soll nun der Raum nicht ebenso wahrnehmbar sein? Boyle hatte die Existenz des Vakuums von dem Nachweis abhängig gemacht, daß es als eine Störung im dynamischen System der Materie auftritt und dieses irgendwie verändernd beeinflußt. Er übersieht aber, daß, wenn ein Apfel vom Baume fällt, dieses Fallen nicht allein durch dynamische Gesetze

bestimmt werden kann. Es existiert neben dem dynamischen Prinzip im Weltganzen noch ein statisches, und die Lehre vom horror vacui hat zwei Schwächen, neben dem metaphysischen Charakter noch den, das statische Prinzip und seine Bedeutung nicht beachtet zu haben. Man kann also die Frage des „ist“ nicht abhängig machen von dem Grade der dynamischen Wirksamkeit des fraglichen Etwas, und somit ist auch kein Grund vorhanden, dem Raume weniger Realität zuzusprechen als der Materie, dem Körper oder irgendeiner anderen Erscheinung, die wir real setzen. Der Raum „ist“!

2. Wenn es nicht gelingt, ein Vakuum experimentell sicher und einwandfrei herzustellen, dann sind deshalb noch nicht ohne weiteres die Grundideen des Experimentes falsch, es ist dies zunächst einmal nur die Annahme über die Zuverlässigkeit der Versuchsbedingungen. Es muß Boyle zugegeben werden, daß diese Zulänglichkeit mit den üblichen Mitteln nicht erreicht werden kann. Doch nun weitete Newton seinen Blick in bisher unerhörter Weise und findet, daß uns unsere Vorstellung selbst über die terrestrische Sphäre hinaus ins Kosmische verweist. Er formuliert den gesuchten Beweis aus der Beobachtung der Planetenbewegung heraus.

3. Boyle hatte die Behauptung der Irrealität des Vakuums auf die Kontinuität des Dynamischen gestützt. Aus der Frage, ob für den Fall der Diskontinuität der Materie gleichwohl die Kontinuität des Dynamischen eingesehen werden könne, ergibt sich das Problem der Fernkraft. Newton hatte dies sehr wohl erkannt und wußte, daß er sich damit auseinandersetzen mußte. Welche Rolle dabei das Raumproblem spielte, ist offenbar. Er löste jenes neue Problem in seiner Weise genau so wie das Raumproblem durch einen genialen Entschluß, der ihm bekanntlich gerade hier nicht leicht geworden ist und ihn noch sein ganzes Leben hindurch beschäftigte. Aber das dringende Bedürfnis nach Systematisierung der Erscheinungen für die Zwecke der Wissenschaft wertete er höher als das Verlangen nach logischer Einsichtnahme in die Denkmittel und nach unbedingter logischer Widerspruchsfreiheit der Denkmittel untereinander.

Zum Schluß aber sei bemerkt, daß die Theorie Newtons hier ihre tiefste, innerlichste Begründung erfährt, und es ist ferner merkwürdig genug, daß nicht eigentlich die Forschungen eines Pascal und Guericke in erster Linie für die Größe der Theorie Newtons innerhalb der Entwicklung der Raumtheorien überhaupt, systematisch gesehen, maßgebend sind, sondern die Gedanken eines Mannes, der direkt zu dieser Entwicklung nur sehr wenig beigetragen hat und in ihrer systematischen Darstellung kaum zu nennen ist.