

„Das letzte Blatt im Buch der Natur“

Die Wirklichkeit der Atome und die Antinomie der Anschauung
in den Korpuskulartheorien der frühen Neuzeit

Von

CHRISTOPH MEINEL (HAMBURG)

Résumé

Le présent article éclaire le contexte empirique et argumentatif du développement de la théorie corpusculaire de la matière au 17^e siècle. Dans le cadre d'une conception unitaire de la nature l'hypothèse atomique livra une description imagée des phénomènes en deça du perceptible à l'instar du monde visible. Cependant, tant sur le plan de la méthodologie empirique que sur celui de l'épistémologie, ces analogies n'étaient pas sans poser des problèmes. Différents arguments ont concouru à leur légitimation, mais aussi à leur réfutation ultérieure: (i) la métaphore antique de la *literarum similitudo*, qui considérait les atomes comme les lettres du livre de la nature caractérisées par leurs formes, (ii) le progrès de l'instrumentation optique nourrissant l'espoir que le microscope rendrait directement visibles les atomes eux-mêmes, et enfin (iii) un scepticisme croissant à l'égard de la tentative de rendre tangible l'essence de l'être. De Sennert et Jungius à Gassendi, Boyle et Locke, l'atomisme ontologique cèdera finalement le pas à une notion de corpuscule qui laissera en suspens la question de l'essence des atomes.

Wie kaum eine andere Epoche zuvor war das 17. Jahrhundert mit der Aufgabe konfrontiert, das Verhältnis von Erkenntnis zur physikalischen Realität neu zu bestimmen. Das alte, noch immer weithin aristotelisch geprägte Weltbild war fraglich geworden, und die Konturen eines neuen zeichneten sich ab, das auf Vernunft und Erfahrung sich gründen wollte. Kein Wunder, daß viele da der Materieauffassung eine besondere Rolle zuwiesen, schien hier doch das Verhältnis von Realität und Erkenntnis am präzisesten bestimmbar, weil ihr Gegenstand, die materielle Substanz, der Empirie unmittelbar zugänglich, ja buchstäblich mit den Händen zu greifen war.

In einer Zeit, für die man das Wort von der Mechanisierung des Weltbildes geprägt hat, sollte der klassische Atomismus und seine mechanistische Sichtweise rasch Anhänger gewinnen. Die Welt der Erscheinungen galt als ein System zunehmend komplexerer Details, deren Feinheit und Ineinandergreifen durch verbesserte Beobachtung sich erschließen werde, gerade so, wie die Funktionsweise einer Uhr sich beim Öffnen des Gehäuses erschließt. In gleicher Weise schien hinter den Vorgängen der stofflichen Natur ein Mechanismus kleinster Materieteilchen am Werk, den es zu entdecken galt: kein zusammenhangloser Haufen von Einzelteilen, sondern sinnvoll und notwendig aufeinander bezogene Mechanik. Keplers astronomische Uhrwerkmetapher *instar horologii* findet in der Theorie der Materie ihre Entsprechung, und mehr als dies: Denn könnten wir erst hineinsehen in diesen Mechanismus letzter Strukturelemente und materieller Bausteine, so wären nicht nur die beobachteten Erscheinungen erklärt, sondern ließen sich, kraft menschlicher Einsicht, auch ihre Abläufe gezielt unter Kontrolle bringen. So schreibt John Locke:

„Wenn man die mechanischen Wirkungen der Teilchen des Rhabarbers, des Schierlings, des Opiums und des Menschen kannte, so wie der Uhrmacher die wirkenden Teile in seinen Uhren und auch die Teile einer Feile, durch deren Reiben man die Gestalt der Zahnräder ändern kann, so würde man vorhersagen können, daß Rhabarber abführt, Schierling tötet und Opium einschläfert,

so wie der Uhrmacher vorhersagen kann, daß ein Stückchen Papier, zwischen die Uhrfeder gelegt, die Uhr so lange zum Stillstand bringen wird, bis es weggenommen ist, und daß, wenn ein kleines Stück von der Uhr abgefeilt wird, die Maschine ihre Bewegung verlieren und die Uhr stillstehen werde. Weshalb Silber in Scheidewasser und Gold in Königswasser sich auflöst, aber nicht umgekehrt, würde man dann vielleicht ebenso gut angeben können, wie jetzt ein Schmied angeben kann, weshalb der eine Schlüssel das Schloß öffnet und der andere nicht.“¹

An der Mechanik und Astronomie gemessen, bleibt die Wiederaufnahme der atomistischen Materielehre freilich ein eigenartiger Vorgang. So ‘modern’ ihre theoretischen Einsichten auch erscheinen mögen, lag ihr doch nicht ein einziger empirischer Befund zugrunde, der heute noch als stichhaltig gelten könnte². Wenn auch der frühneuzeitliche Atomismus explizit mit dem Anspruch auftrat, sich auf experimentelle Beweise stützen zu können, und dieser Umstand gewiß nicht wenig zu seinem raschen Erfolg im Zeichen des neuen, empirischen Wissenschaftsideals beigetragen hat, so wäre es doch verfehlt, von einem „Triumph geduldiger experimenteller Forschung über metaphysische Spekulation“³ zu sprechen, will man nicht behaupten, die Wissenschaft schreite voran, indem sie aus unangemessenen Experimenten ‘richtige’ Schlußfolgerungen zieht.

Der Begründungszusammenhang frühneuzeitlicher Korpuskulartheorien bedarf deshalb genauerer Prüfung, was die erkenntnistheoretischen Voraussetzungen, den argumentativen Kontext, den empirischen Gehalt und die tatsächliche Schlüssigkeit angeht. Dies sei im folgenden an einem Aspekt gezeigt, wo diese Zusammenhänge besonders evident sind: am Charakter der Atomvorstellung als eidetische Analogie, als geometrisch-mechanisches Modell der Wirklichkeit. Es geht dabei um dreierlei: (i) um die erkenntniskritische Frage nach der Möglichkeit von verlässlicher Erkenntnis, (ii) darum, diejenigen Bedingungen in der Körperwelt anzugeben, auf denen die Möglichkeit ihrer Erkenntnis beruht, und (iii) um die physikalische Frage nach Erklärungsgründen, aus denen sich die beobachteten Eigenschaften plausibel ableiten lassen.

Hier setzt sich nun im 17. Jahrhundert, im Anschluß an nominalistische und atomistische Traditionen, die Vorstellung durch, die Wirklichkeit in ihrer Komplexität könne überhaupt nur dann rational begriffen werden, wenn ihr eine endliche Zahl realer und unveränderlicher Entitäten zugrundeliegt⁴. Erkenntnis ist hier als analytischer Vorgang begriffen, der zunächst zu den Grundelementen des zu Erkennenden vorstößt und diese dann, im Prozeß des Verstehens, wieder zusammenführt. Die Metaphorik vom Buch der Natur⁵, die sich wie ein Leitmotiv durch die klassische

¹ John Locke: *An Essay concerning Human Understanding* [1690], ed. Peter H. Nidditch (*The Clarendon Edition of the Works of John Locke*), Oxford 1975, IV. 3. 25.; Zitate lehnen sich hier an die Übersetzung von C. Winkler an: John Locke: *Über den menschlichen Verstand* (*Philosophische Bibliothek*, 75/76), ³Hamburg 1976.

² Dazu s. mein *Empirical Support for the Corpuscular Theory in the Seventeenth Century*, in: *Theory and Experiment*, eds. Diderik Batens and Jean Paul van Bendegem, Dordrecht/Boston 1988, S. 77–92.

³ R. Hooykaas: *The Experimental Origin of Chemical Atomic and Molecular Theory before Boyle*, in: *Chymia* 2 (1949), 65–80, hier S. 79.

⁴ Die Verbindung zur mathematischen Methodenlehre kann hier nur angedeutet werden; dazu s. Hermann Schüling: *Die Geschichte der axiomatischen Methode im 16. und 17. Jahrhundert* (*Studien und Materialien zur Geschichte der Philosophie*, 13), Hildesheim/New York 1969, bes. S. 72–75.

⁵ Hans Blumenberg: *Die Lesbarkeit der Welt*, Frankfurt 1981.

Atomistik hindurchzieht⁶, nimmt damit eine neue, erkenntnistheoretische Wendung. Hatte schon das griechische Wort στοιχεῖα bzw. das Lukrezische *elementa* sowohl die Buchstaben eines Textes als auch die elementaren Materiebausteine bezeichnet, so erscheint nun eine finite Zahl festliegender Grundelemente geradezu als Voraussetzung einer rationalen Wissenschaft von der Natur. Denn, so Sebastiano Basso im Jahre 1621, wie der Schriftsetzer aus einem begrenzten Vorrat von stets gleichen Lettern immer wieder neue Texte drucken kann, so bringt auch die Natur durch immer wieder neue Kombination bestimmter, unwandelbarer Prinzipien die Vielfalt des Wirklichen hervor⁷.

Wäre die Zahl solcher Grundelemente nicht fest, sondern unbestimmt, und könnten sie sich ineinander umwandeln, so führt Joachim Jungius 1632 den Gedanken fort, so wäre Naturerkenntnis von vonherein zum Scheitern verurteilt. Denn die Möglichkeit, komplexe Strukturen zu erkennen, sei an die Existenz weniger, festliegender Wirklichkeitselemente gebunden: die Lesbarkeit eines Textes beruhe gerade auf der finiten Zahl festliegender Buchstaben⁸. Hätte ein Text mehr Buchstaben als Wörter, so sei er schlechterdings nicht zu entziffern. Die Natur schreibe eben gerade nicht nach Art der Chinesen, d. h. in zahllosen Ideogrammen, sondern *secundum alphabetum* und baue die Vielfalt der Erscheinungen durch Kombination, Komplikation und Replikation aus wenigen Grundelementen auf⁹. Die Lettern im Buch der Natur, die Grundelemente der Wirklichkeit zu bestimmen, war für Jungius deshalb vorrangige Aufgabe aller Naturwissenschaft.

Pierre Gassendi, der einflußreichste Vertreter des frühneuzeitlichen Atomismus, gibt 1649 zu bedenken, daß schließlich auch die relativ kleine Zahl von 24 Buchstaben ausreicht, um alle nur möglichen Wörter zu formen. Wie sollte da nicht die aus 100, ja 1000 Atomarten erhältliche Vielfalt bereits jedes Vorstellungsvermögen übersteigen. Denn aus nur zwei Buchstaben ließen sich zwei Wörter bilden, aus drei 6, aus vier 24, aus fünf 120, aus sechs 720 und aus zehn bereits 3628800, d. h. also aus n Buchstaben $n!$ mögliche Kombinationen¹⁰. So wie die Worte ROMA, AMOR, MARO, ORAM, MORA, ARMO und RAMO jeweils unterschiedliche Sensationen und damit unterschiedliche Vorstellungen auslösen, so könnten auch die gleichen Atome in unterschiedlicher Kombination jeweils ganz unterschiedliche Qualitäten und Körper hervorbringen. Und wie der begrenzte Buch-

⁶ Arist.: *Metaph.* I. 4. (985 b 18); *De gen. et corr.* I. 2. (315 b 14); Lucr. I, 197; II, 688–699; II, 1013–1014.

⁷ Sebastianus Basso: *Philosophiae naturalis adversus Aristotelem libri XII, in quibus abstrusa veterum physiologia restauratur et Aristotelis errores solidis rationibus refelluntur* [1621], Amsterdam 1649, S. 8. Vgl. auch den Gebrauch der Schriftmetapher bei Francis Bacon: *Novum Organum* [1620], II. 8., in: *The Works of Francis Bacon*, eds. James Spedding, Robert Leslie Ellis and Douglas Denon Heath, Bd I, London 1858, S. 234–235.

⁸ Joachim Jungius: *Disputationum de principiis corporum naturalium altera*, resp. Jodocus Slaphius, Hamburg 1642, thes. 54; nach der hss. *Exercitatio II de principiis hypostaticis* [1632], SUB Hamburg, Nachlaß Jungius, Wo. 23 (2).

⁹ Joachim Jungius: *Doxoscopiae physicae minores sive isagoge physica doxoscopia*, ed. M. F[ogelius], Hamburg 1662, II. 1. Prooem. 8. 8., vgl. auch Joachim Jungius: *Praelectiones physicae*, hrsg. von Christoph Meinel (*Veröffentlichung der Joachim Jungius-Gesellschaft*, 45), Göttingen 1982, S. 96–97.

¹⁰ Petrus Gassendi: *Animadversiones in decimum librum Diogenis Laertii, qui est de vita, moribus, placitisque Epicuri*, Lyon 1649, Bd I, S. 207.

stabenvorrat des Alphabets mit seinen – wie Gassendi einmal penibel ausrechnet¹¹ – 295 232 799 039 604 140 847 618 609 643 520 000 000 Kombinationsmöglichkeiten ausreicht für alle bisher geschriebenen und alle noch zu schreibenden Bücher, so sollte auch aus den unzählbar vielen Atomformen eine jedes Maß übersteigende, um nicht zu sagen unendliche Zahl von Qualitäten und Körpern hervorgehen können¹². An die Schriftmetapher anknüpfend heißt es dann bei Robert Boyle, die Korpuskulartheorie sei gleichzeitig so einfach und doch so universell, daß die Befürchtung, sie könne je durch eine andere physikalische Hypothese abgelöst werden, ebenso unbegründet sei wie die, es könne eine Sprache vorgeschlagen werden, die sich nicht auf die Buchstaben des Alphabets reduzieren lasse oder mit diesen inkompatibel sei¹³.

„Wenn ich an die nahezu unzähligen Variationen denke, die allein durch Zusammensetzen und Teilen einer kleinen Zahl von meinerwegen nicht mehr als 20 unterschiedlichen Dingen möglich sind, dann kommen mir diejenigen, die glauben, die mechanischen Prinzipien ließen sich zwar auf diesen oder jenen Teil der Naturwissenschaft anwenden, wie auf Statik, Hydrostatik, Planetentheorie und dergleichen, niemals aber auf die Gesamtheit der körperlichen Erscheinungen, kommen mir, wie gesagt, diese ansonsten durchaus vernünftigen Leute vor wie jemand, der behauptete, durch Kombination der Buchstaben des Alphabets ließen sich zwar alle Wörter eines Buches, z. B. ein Euklid oder ein Vergil, oder einer Sprache, z. B. Lateinisch oder Englisch, bilden, doch wäre dies keineswegs ausreichend, Wörter für alle Bücher einer großen Bibliothek zu erzeugen, und schon gar nicht für alle Sprachen der Welt.“¹⁴

Die Schriftmetapher leistet freilich mehr, als bloß die Plausibilität der Annahme zu unterstreichen, daß die Vielfalt stofflicher Erscheinungen auf wenigen Prinzipien beruht. Immer wieder leiten sich aus ihr auch konkrete physikalische Aussagen ab. Denn so wie Buchstaben die Elemente der Schrift sind und aus ihnen erst Silben, dann Wörter, dann Sätze, Reden und Bücher entstehen, so sind die Atome die Elemente der Dinge. Sie verbinden sich zunächst zu kleinen Masseteilchen¹⁵, schließlich zu makroskopischen Körpern. Aus der Buchstabenhaftigkeit der Atome, ihrer *literarum similitudo*¹⁶, gewinnt Gassendi eine regelrechte Theorie stofflicher Prozesse, mit deren Hilfe sich nicht nur Werden und Vergehen, sondern gerade die so problematische substantielle Transmutation elegant erklärt, und zwar als bloße *transpositio atomorum*, als Lagewechsel der Atome. Metasynkrisis bzw. Metataxis hatte schon Jungius diesen Vorgang genannt¹⁷ und mit Anagrammen wie „Johannes Rist – So ein Nar ist“ illustriert¹⁸. Wie Buchstaben je nach ihrer Anordnung verschiedene Bedeutung tragen: Roma oder amor, laurus oder Ursula, so entstehen aus denselben Atomen

¹¹ Gassendi: *Animadversiones*, I, S. 227.

¹² Gassendi: *Animadversiones*, I, S. 227–228.

¹³ Robert Boyle: *About the Excellency and Grounds of the Mechanical Hypothesis* [1674, entstanden um 1665], in: *The Works of the Honourable Robert Boyle*, ed. Thomas Birch, London 1772, Bd IV, S. 67–78, hier S. 78.

¹⁴ Ebd., S. 70–71.

¹⁵ Henricus Hermanus Kubbinga: *Le développement historique du concept de 'molécule' dans les sciences de la nature jusqu'à la fin du XVIII^e siècle*, Thèse, Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales, Paris 1983, S. 60–73.

¹⁶ Petrus Gassendi: *Syntagma philosophicum*, I. 17., in: *Petri Gassendi Opera omnia*, Lyon 1658, Bd I, S. 25.

¹⁷ Jungius: *Praelectiones*, S. 98, 136.

¹⁸ Als handschriftliche Bemerkung auf Jungius: *Disputationum altera*, SUB Hamburg, Nachlaß Jungius, Pe. 18 b, fol. 126.

durch bloße Umlagerung neue Substanzen: Essig aus Wein¹⁹, Maden aus Käse. Damit erklärt sich für Gassendi zugleich, weshalb nicht alles aus jedem entsteht, der Atomismus nicht ins regellose Chaos führt: Denn nicht aus jeder Buchstabenkombination resultieren lesbare und phonetisch erlaubte Verbindungen²⁰.

Buchstaben und epikuräische Atome zeichnen sich aber zunächst durch ihre jeweilige Gestalt²¹ aus, die je nach Stellung und Lage unterschiedliche Sensationen auslöst. Die Minuskeln p, b, d und q besitzen die gleiche Gestalt und klingen doch verschieden. Ebenso sollte ein und dasselbe, z. B. pyramidenförmige, Atom ganz unterschiedliche Sinneseindrücke verursachen, je nachdem, ob es mit seiner Basis oder seiner Spitze auftritt²². Wenn Gassendi nun im Bemühen um eine umfassende atomistische Physik sämtliche Qualitäten der Körperwelt aus den Atomen herzuleiten versucht, so zieht er dafür vor allem die Atomformen heran: kugelige, eiförmige, linsenförmige, flache, bucklige, gestreckte, schneckenförmige, hakige und stachelige Atome nebst allen regulären und unregelmäßigen Polyedern. Die eidetische Analogie bestimmt dieses Denken. Die Schriftmetapher, jenes Lukrezische Bild, das der Korpuskulartheorie des frühen 17. Jahrhundert als erkenntnistheoretische Leitidee zugrundeliegt, ist eben nicht bloß gelehrtes Zitat und literarischer Topos. Für die Naturforscher übernimmt der Gedanke heuristische, erkenntnisleitende Funktion. Er bindet Erkenntnis an Anschaulichkeit und Wirklichkeit an die Analogie des optisch Wahrnehmbaren.

Dies wird noch deutlicher, wenn wir die praktisch-konkreten Konsequenzen dieses Ansatzes verfolgen und fragen, mit was für Gründen denn nun die korpuskulare Struktur der Materie empirisch erwiesen werden sollte. Die bedeutendste Gruppe sind zweifellos analogische Extrapolationen, und um diese allein soll es im folgenden gehen. Sie gehen sämtlich von der Erfahrung mit den distinkten, konkreten Dingen der uns umgebenden Körperwelt aus und übertragen deren Eigenschaften und Zusammenwirken auf die Verhältnisse im atomaren Bereich. Auch in diesem Zusammenhang taucht der Uhrenvergleich wieder auf; denn selbstverständlich wirke in einer Turmuhr mit ihrer klar durchschaubaren Funktionsweise und in einem winzigen Taschenührchen genau der gleiche Mechanismus²³. Bei den Extrapolationen auf die Strukturen der Materie und ihre wirkenden Prinzipien lassen sich nun drei Argumentationsebenen unterscheiden: (i) Extrapolationen aus der alltäglichen Erfahrung mit makroskopischen Gegenständen, (ii) die rechnerische Durchführung dieses Verfahrens, und (iii) seine Instrumentalisierung mit Hilfe des Mikroskops.

Extrapolationen von makroskopischen Körpern auf Strukturen unterhalb der Wahrnehmungsgrenze gehören zum Standardrepertoire der Atomisten. Die Beispiele entstammen zumeist dem Lukrezischen Lehrgedicht: Stäubchen im Sonnenstrahl oder Insekten, aus deren Feinheit man die Winzigkeit ihrer Teile und schließlich die Dimensionen der Atome erschließen könne. Ursprünglich bloß zur Veranschaulichung

¹⁹ Jungius: *Praelectiones*, S. 192.

²⁰ Gassendi: *Syntagma*, I. 7. 4., S. 475.

²¹ Größe und Schwere als weitere Primäreigenschaften der Atome treten in der Argumentation gegenüber gestalthaften Vorstellungen meist zurück; vgl. bereits Arist.: *Phys.* I. 2. (184 b 21), und die daraus abgeleitete einseitige Bewertung der Atomformen in dem gerade im frühen 17. Jhdt. wieder sehr geschätzten Kommentar des Themistios: *In Aristotelis Physica paraphrasis* (*Commentaria in Aristotelem Graeca*, V/2), ed. Henricus Schenkl, Berlin 1900, 107, 25–26.

²² Gassendi: *Animadversiones*, I, S. 227.

²³ Gassendi: *Animadversiones*, I, S. 207; *Syntagma*, I. 3. 6., S. 268; Boyle: *Excellency and Grounds*, S. 71.

der Größenverhältnisse bestimmt, nehmen diese Beispiele – wieder und wieder zitiert oder gar als eigene Beobachtung ausgegeben – bald den Charakter empirischer Plausibilitätsbeweise an. Ihre unmittelbare Anschaulichkeit schien für sich zu sprechen. Darauf bedacht, Erstaunen zu erregen, um via Erstaunen die Zustimmung des Lesers zu erreichen, bleiben es literarische Topoi auch da, wo sie im Gewande der Beobachtung daherkommen.

Nur selten geht man über Lukrez hinaus: So schildert Claude Bérigard 1643 ein geschickt konzipiertes Experiment, um auszuschließen, daß es sich bei den besagten Sonnenstäubchen um gröbere Partikel, normalen Staub also, handele. Ein sorgfältig verschlossenes Glasgefäß blieb so lange unbewegt stehen, bis die eingeschlossene Luft ganz frei von Turbulenzen und Schwebstoffen war. Als Bérigard dann einen feinen Sonnenstrahl hindurchfallen läßt, beobachtet er reflektierende Teilchen, die, wie er meint, nichts anderes sein konnten, als die Atome selbst²⁴.

Wer wollte bestreiten, daß hier wirklich experimentiert und genau beobachtet wurde? Und doch wird zugleich gelehrte Tradition empirisch vorgeführt. Wer bei Nebel im Gebirge wandert, schreibt Daniel Sennert, der bedeutende Wittenberger Iatrochemiker, der kann sehen, daß Wolken kein Continuum darstellen, sondern aus einer Anhäufung unzähliger Wasseratome bestehen²⁵. Das liest sich ganz wie frische Empirie und ist doch auch wieder verdecktes Lukrezzitat. Hier folgt die Beobachtung der Vorgabe von Texten, ohne aber ihre Rationalität der Bindung an die Tradition zu opfern.

Das gleiche gilt für diejenigen Beobachtungen, die sich auf unmerklichen Stofftransport beziehen: Gerüche als Ausströmung riechender Substanzen, das Klammwerden von Textilien am Meeresstrand, das Verdunsten von Wasser, das Vertrocknen von Brot, die Abscheidung von Kristallen aus klaren Lösungen. Obwohl sich die stoffliche Zu- oder Abnahme quantitativ verfolgen läßt, ist doch der Stofftransport selbst nicht zu beobachten. Der Schluß auf eine Beteiligung nicht wahrnehmbarer Substanzteilchen lag nahe. All dies ist freilich bloß Wiederaufnahme der Empedokleischen Effluviaetheorie, die von den griechischen Ärzten systematisiert und bei Lukrez poetisch entfaltet worden war²⁶. Das 17. Jahrhundert hatte dem wenig hinzuzufügen, um so eifriger wurden diese Beispiele zur Stützung der Atomhypothese zitiert, experimentell präzisiert und um ähnliche Erfahrungen bereichert. So gingen sie als fester Bestandteil in den empirischen Vorrat frühneuzeitlicher Naturwissenschaft ein und bestärkten die Auffassung, daß Vorgänge der sichtbaren Welt sich auf analoge Prozesse der unsichtbaren Materiewelt zurückführen ließen. Daß diese korpuskular, d. h. in diskreten Einheiten verlaufen, war freilich vorausgesetzt und so jedenfalls nicht zu beweisen.

Daran kann auch eine rechnerische Durchführung der analogischen Extrapolation nichts ändern. 1636 macht Sennert erste Ansätze zu einer Abschätzung atomarer

²⁴ Claudius Berigardus: *Circulus Pisanus de veteri et peripatetica philosophia* [1643], ²Padua 1661, S. 421–422.

²⁵ Daniel Sennert: *Hypomnemata physica* [1636], in: *Danielis Sennerti Opera omnia*, Bd I, Lyon 1656, S. 100–172, hier *Hypomnema III de atomis et mistione*, 1. 1., S. 118; vgl. Lucr. VI, 468–469.

²⁶ Die Wiederaufnahme der Atomistik im 17. Jahrhundert kann mit Recht als eine zunächst literarische Nachwirkung von Lukrez' *De rerum natura* gesehen werden; vgl. Alfred Stückelberger: *Lucretius reviviscens: Von der antiken zur neuzeitlichen Atomphysik*, in: *Archiv für Kulturgeschichte* 54 (1972), 1–25.

Dimensionen²⁷. Aus der Dichte von Papier, das Dämpfe noch ungehindert passieren läßt, aus der Raumerfüllung von Rauch und Dampf schließt er auf die Größe der Atome. Sein Bericht ist reich an quantitativen Angaben: zur Dauer der Experimente, Zahl der Korpuskeln, Volumina und Substanzmengen. Doch die Sprache des Laboratoriums bleibt auf ihre suggestive Funktion beschränkt. Sie zielt auf die Einbildungskraft des Lesers, nicht auf das wissenschaftliche Kalkül. Als Tribut an die neue Zeit bedient man sich der sichtbaren Rhetorik des Laboratoriums und der imaginativen Kraft des Experiments. Ansätze zu einer quantifizierenden Methodologie fehlen und hätten hier, zugegebenermaßen, ja auch nicht weitergeführt.

Bemerkenswerter scheint in dieser Hinsicht Johannes Magnenus, Mediziner in Pavia, der 1648 aufgrund umständlicher Berechnungen über die Raumerfüllung von Weihrauchduft zu exakten Zahlenwerten für die Größe eines Weihrauchteilchens gelangt²⁸. Doch was beweist es schon, wenn der so erhaltene Wert der Größenordnung nach dem heutigen Wert nahekommt? Letztlich sind Magnenus' Zahlenspiele doch nichts weiter als eine gelehrte Abwandlung der in Archimedes' Schrift vom *Sandzähler*²⁹ verwandten Berechnungen, ihr Ergebnis ist glücklicher Zufall, nicht Frucht der Methode. Gleichwohl finden sich zahlreiche Nachahmer unter den Anhängern empirischer Naturforschung, darunter Walter Charleton³⁰, Antony van Leeuwenhoek³¹ und Edmund Halley³². Daß sie alle mit optischen Methoden und anschaulichen Phänomenen vertraut sind, ist sicher kein Zufall.

Fernrohr und Mikroskop, zu Beginn des 17. Jahrhunderts entdeckt, erschlossen Welten, die bis dahin verborgen waren: Strukturen des Lebendigen und des Stofflichen jenseits des schmalen Ausschnitts, den unsere Augen wahrnehmen können. Das auf den Menschen und seine Sinne zweckhaft bezogene Sichtbarkeitspostulat des traditionellen Naturbegriffs war damit durchbrochen, seine Mittelstellung im Kosmos bloß noch ein beliebiger Ausschnitt aus einer nach oben und unten hin offenen Skala. Vertraute Sichtweisen kehren sich um. Habe der Blick durchs Teleskop gezeigt, wie klein die Erde sei gemessen am Weltenraum, so erschienen wir Menschen aus der Entfernung nicht anders als Ameisen auf einem Maulwurfshaufen und glichen ganz jenen erbärmlichen Tierchen, den Maden, die man mit Hilfe eines guten Mikroskops im Käse beobachten könne³³, heißt es in Henry Powers *Experimental Philosophy* von 1664, dem ersten englischen Mikroskopie-Buch, zur Illustration des Satzes, daß die Welt weder primär noch ausschließlich auf den Menschen und seine Sinnesorgane hin angelegt ist.

²⁷ Sennert: *Hypomnema*, III. 1. 1., S. 118.

²⁸ Iohannes Chrysostomus Magnenus: *Democritus reviviscens sive vita et philosophia Democriti*, Leiden 1648, S. 206–207; vgl. Alfred Stückelberger: *Antike Atomphysik: Texte zur Antiken Atomenlehre und ihrer Wiederaufnahme in der Neuzeit*, München 1979, S. 282–285.

²⁹ Archimedes: *Arenarius* II, 4.

³⁰ Walter Charleton: *Physiologia Epicuro-Gassendo-Charltoniana: Or a Fabrick of Science Natural upon the Hypothesis of Atoms*, London 1654, II. 4., S. 114.

³¹ Leeuwenhoek an Henry Oldenburg (1676/7 Mrz 13), in Clifford Dobell (ed.), *Antony van Leeuwenhoek and His 'Little Animals'*, New York 1958, S. 168–171.

³² Edmund Halley, *An Account of the measure of the thickness of gold upon gilt wire, together with a demonstration of the exceeding minuteness of the atoms or constituent parts of gold*, in: *Philosophical Transactions* 16 (1691), 540–542. Die Dehnbarkeit von Gold galt im übrigen bei den Cartesianern als Beweis für die unbegrenzte Teilbarkeit der Materie.

³³ Henry Power: *Experimental Philosophy . . . in Avouchement and Illustration of the now famous Atomical Hypothesis*, London 1664, S. 164.

Nicht mehr von selbst bietet Natur sich dar: Zu ihrer Erkenntnis bedarf es der technischen List. Das optische Instrumentarium aber liefert nun gewissermaßen die apparative Legitimation nach, die der eidetischen Analogisierung bisher gefehlt hatte. In der Materielehre bestärkt das Mikroskop die Bedeutung der Anschauung als Mittel der Wahrheitsfindung. Denn was bis dahin der Extrapolation und der Spekulation vorbehalten war, rückt nun, zumindest potentiell, in den Bereich des Beobachtbaren. Größere Detailschärfe aber verheißt größere Realitäts- und damit größere Wahrheitsnähe.

In Francis Bacons Wissenschaftslehre erhält das gerade erst entdeckte Mikroskop als 'Zugangsinstantz' (*instantia ianuae sive portae*) den ersten Platz unter den 'erhellenden' Instanzen (*instantiae lampadis sive informationis primae*), die die Sinneswahrnehmung unterstützen und geradewegs zu der Erkenntnis wahrer Begriffe und Axiome führen sollten³⁴. Denn das Mikroskop macht sichtbar, was zuvor unsichtbar war, und zeigt, um wieviel subtiler die Strukturen der Natur sind als alle Kunstfertigkeit des Menschen.

„Wenn Demokrit ein solches Mikroskop gesehen hätte,“ fährt Bacon fort, „wäre er wohl vor Freude gesprungen und hätte geglaubt, man habe nun ein Mittel gefunden, das Atom zu erkennen, welches er noch für völlig unsichtbar hielt“³⁵.

Bacons Wort sollte fortan die Runde machen unter seinen Anhängern. Denn gerade das Mikroskop schien ein klarer Beleg dafür, daß die Betrachtung materieller Einzelheiten nicht etwa um eines Nützlichkeitsinteresses willen von der Klarheit philosophischer Weisheit ablenke, sondern im Gegenteil geeignet sei, die rein spekulativen Weltmodelle der Philosophen als bloße Idole des menschlichen Verstandes zu entlarven. An ihre Stelle tritt nun das wahre, geistige Abbild der Welt, gewonnen durch die Baconsche Methode des Zergliederns der Welt und der Analyse ihrer Details³⁶. Es ist bezeichnend, daß in diesem Zusammenhang das Wort von der Identität des Wahren und des Nützlichen fällt, weil das Baconsche Programm einer *mundi dissectio et anatomia diligentissima* sich gerade nicht als utilitäre Detailforschung, sondern als Wesensschau verstand.

Gassendi, der das analytische Programm, die *machina mundi* bis auf ihre kleinsten Realbestandteile zu zerlegen, zur Grundlage seiner empirischen Methodologie macht³⁷, widmet der Frage, bis zu welcher Grenze sich die von Bacon erwähnte Trennlinie zwischen Subtilität der Natur und menschlichem Ingenium werde vorantreiben lassen, nachdenkliche Betrachtungen. „Wo die Kunstfertigkeit und der Scharfsinn des Menschen endet,“ sagt er, „da beginnt die Kunstfertigkeit und der Scharfsinn der Natur.“³⁸ Doch handelt es sich dabei mehr um ein technisches als um ein grundsätzliches Problem; denn auch Gassendi ist überzeugt, daß aus der Einheitlichkeit und Konsistenz der Natur die Analogie von Größtem und Kleinstem notwendig folgt, die *scala naturae* keine qualitativen Sprünge aufweist. Man brauche bloß einmal feinst gemahlende Körnchen oder Staub unter ein Mikroskop zu legen, um zu sehen, daß sie keineswegs alle gleichmäßig rund sind, sondern „von eckiger Gestalt und untereinan-

³⁴ Bacon: *Novum Organum*, II. 38., S. 306.

³⁵ Bacon: *Novum Organum*, II. 39., S. 307.

³⁶ Bacon: *Novum Organum*, I. 124., S. 218.

³⁷ Petrus Gassendi: *Institutio logica* [ca. 1649], IV. 5., in: *Petri Gassendi Opera omnia*, Lyon 1658, Bd I, S. 123.

³⁸ Gassendi: *Animadversiones*, I, S. 207; *Syntagma*, I. 3. 6., S. 268–269.

der vollkommen verschieden: pyramidal, pentaedrisch, kubisch, trapezförmig, oktaedrisch samt ebensovielen unregelmäßigen Formen, so daß die Sache schier verblüffend ist³⁹. Damit, so Gassendi, bewahrheite sich der Grundsatz des Epikur, daß sich das Atom nur hinsichtlich seiner Kleinheit von den makroskopischen Körpern unterscheidet, die man mit den Sinnen beobachten kann, ansonsten aber völlig analog beschaffen ist wie die Dinge der Erfahrungswelt, bloß mit verändertem Maßstab⁴⁰. Im Falle der Atome freilich sei nur ein Lynkeus in der Lage, die einzelnen Formen zu unterscheiden. Doch könne man folgenden einfachen Versuch machen: Man lasse Salzlösung langsam verdunsten und beobachte die sich abscheidenden Kristalle unter dem Mikroskop. So könne man wunderbar sehen,

„wie die größeren Würfel aus kleineren gebildet sind und diese wiederum aus kleineren Würfeln bzw. exakt gleichschenkligen Dreiecken, von denen jeweils vier eine Würfel­fläche bilden. Daraus erkennt man, daß auch jene [mit bloßem Auge] nicht wahrnehmbaren Würfelchen ihrerseits aus anderen zusammengesetzt sind und diese wieder aus anderen, bis man schließlich bis zur Winzigkeit der Atome oder doch wenigstens der ‚samenhaften‘ Moleküle gelangt, aus denen die Natur des Salzes besteht und die ihrerseits wahrscheinlich entweder quadratisch sind oder aus gleichschenkligen Dreiecken bestehen. Da sich das gleiche aber entsprechend von Alaun, Zucker und dergleichen sagen läßt, warum sollte es sich nicht auch auf die übrigen Dinge ausdehnen lassen, zumal wenn sie von Natur eine feste und bestimmte Gestalt besitzen?“⁴¹

Gegen die Macht der Anschauung kommt methodologische Skepsis schwer an. Bereits kurz nachdem Galilei das Mikroskop in Italien bekanntgemacht hatte, hofft Federico Cesi⁴², nicht anders als später noch Pierre Borell⁴³ oder Friedrich Schrader⁴⁴, damit letztlich auch die Atome entdecken zu können. Das Instrument erscheint den Zeitgenossen als das neue, das artifizielle Auge, mit dessen Hilfe die altersschwachsichtige Welt endlich wieder zur unverfälschten Anschauung der Wirklichkeit gelangen werde⁴⁵ – ein typisches Motiv der Querelle des Anciens et des Modernes. „Adam hatte keine Brille nötig,“ heißt es zu Beginn von Joseph Glanvills *The Vanity of Dogmatizing*:

„Sein Gesichtssinn zeigte ihm, ob der Magnet mittels atomarer Effluvi­en anzieht, was um so glaubwürdiger erscheint, wenn man bedenkt, daß einige mit Hilfe des Mikroskops die feinen Ausströmungen aus dem beliebten Mineral haben austreten sehen. Vielleicht sah Adam die Bewegung des Blutes und der Spiritus durch die durchscheinende Haut hindurch, so wie wir das Treiben jener kleinen, regen Tierchen durch eine Zusammenstellung von Linsen wahrnehmen.“⁴⁶

Anders als Glanvill läßt Henry Power jedoch keinen Zweifel daran, daß mit der Erfindung von Teleskop und Mikroskop eine qualitativ neue Wahrnehmungsstufe

³⁹ Gassendi: *Animadversiones*, I, S. 203, *Syntagma*, I. 3. 6., S. 270.

⁴⁰ Diog. Laert. X, 59.

⁴¹ Gassendi: *Animadversiones*, I, S. 205–206; *Syntagma*, I. 3. 6., S. 271.

⁴² Charles Singer: *Notes on the Early History of Microscopy*, in: *Proceedings of the Royal Society of Medicine* 7 (1913/14), 247–279.

⁴³ Petrus Borellus: *Observationum microscopiarum centuria*, Den Haag 1656, Praefatio.

⁴⁴ Fridericus Schrader: *Dissertatio epistolica de microscopiorum usu in naturali scientia et anatome*, Göttingen 1681, S. 29–31.

⁴⁵ Thomas Cowles: *Dr. Henry Power's Poem on the Microscope*, in: *Isis* 21 (1934), 71–80.

⁴⁶ Joseph Glanvill: *The Vanity of Dogmatizing*, London 1661 (Reprint, ed. Stephen Medcalf, Hove 1970), S. 5–6. Zur Querelle als Ursprung der neuen Naturwissenschaft vgl. Richard Foster Jones: *Ancients and Moderns: A Study of the Rise of the Scientific Movement in Seventeenth-Century England* [1936], ²St. Louis 1961 (Reprint New York 1982).

erreicht sei und keine Rede davon sein könne, daß Adam die Trabanten des Jupiter und die Sonnenflecken oder die Atome und kleinsten Materieteilchen habe erkennen können⁴⁷. Auch sei es „noch nicht ausgemacht,“ schreibt Power 1661, „wohin die Vervollkommnung der mechanischen Künste noch führen wird, denn der Fortschritt ist ohne Grenze, und wer wollte seinem Lauf ein non ultra entgegenstellen?“⁴⁸ Mit Hilfe der neuen Optik sollte man nun endlich erkennen können, wovon die Vertreter der atomistischen Lehre nur zu träumen gewagt hätten, „sogar die Atome selbst und ihre beschriebene Unteilbarkeit und die letzten Realitäten der Materie“⁴⁹. Das war durchaus nicht bloß Rhetorik. Neben Tier- und Pflanzenbeobachtungen enthält der Band auch solche an pharmazeutischen Präparaten, Quecksilberzubereitungen, bei denen Power meint, durchs Mikroskop die Quecksilberatome selbst gesehen zu haben, und ihre kugelig-glänzende Gestalt beschreibt⁵⁰. Hier ist das Mikroskop nicht länger nur heuristisches Instrument, die technisch gesteigerte Wahrnehmungsfähigkeit nicht bloß vermittelnde Instanz, sondern führt, wenigstens dem Anspruch nach, zur unmittelbaren Anschauung der Wirklichkeit.

„Diskursives Argumentieren und vernünftige Wahrscheinlichkeiten haben die Menschen im Dickicht der Forschung in die Irre geführt; doch wer dem roten Faden seiner eigenen Sinne folgt, den die optische Beobachtung ausgespannt hat, wird am ehesten den sichersten Pfad aufspüren und am weitesten kommen im Irrgarten und Labyrinth der Wahrheit.“⁵¹

So erscheint denn auch in Abraham Cowleys Ode an die Royal Society, die Thomas Sprats offizieller Geschichte der Gesellschaft vorangestellt ist, der auf den Grund dringende, mikroskopische Blick als Kennzeichen der neuen, Baconschen Wissenschaft, die der Natur selbst in ihren heimlichsten Verstecken, den Atomen, keine Chance mehr läßt und hilft, auch noch das ‘Kleingedruckte’ im Buch der Natur zu lesen:

„Natures great Works no distance can obscure,
No smallness her near Objects can secure.
Y’ have taught the curious sight to press
Into the privatest recess
Of her imperceptible littleness.
She with much stranger Art than his who put
All th’ Iliads in a Nut,
The numerous works of life does into Atomes shut.
Y’ have learn’d to Read her smallest Hand,
And well begun her deepest Sense to Understand.“⁵²

Daß das Wesen des Seins nicht nur anschaulich vorgestellt werden, sondern unmittelbar sichtbar sein könne, war ein kühner und neuer Gedanke. Er konnte nicht ohne Auswirkung bleiben auf den gelehrten Diskurs und das empirische Vorgehen der

⁴⁷ Power: *Experimental Philosophy*, Bl. [a4^v].

⁴⁸ Power: *Experimental Philosophy*, Bl. c2^v–[c3^r].

⁴⁹ Power: *Experimental Philosophy*, Bl. b2^r. Powers Atombegriff ist wenig spezifisch und umfaßt Substanzminima unterschiedlicher Größe von Mikroorganismen bis hin zu den animalischen Spiritus und imponderablen Fluida.

⁵⁰ Power: *Experimental Philosophy*, S. 43–44.

⁵¹ Power: *Experimental Philosophy*, S. 52.

⁵² Abraham Cowley: *To the Royal Society*, in: Thomas Sprat: *The History of the Royal-Society*, London 1667 (Reprint, eds. Jackson I. Cope and Harold Withermore Jones, St. Louis/London 1959), Bl. B–[B3^v], hier Bl. [B3].

Naturforschung, ja auf die Art und Weise, in der diese ihren Gegenstand wahrnahm, Versuchsanordnungen entwarf und Beobachtungen deutete. Die Wirkung des Mikroskops ist freilich ambivalent. Die Vielfalt ungeahnter Details, die es erschloß, bestärkte zugleich die Auffassung, die stoffliche Natur sei von einem Grundbestand gestalthafter Formen, den *ratione seu mente contemplabiles figurae* oder σχήματα⁵³ des epikuräischen Atomismus, wesensmäßig geprägt, die, dank des Fortschrittes der Instrumentation, nun auch empirisch zugänglich schienen.

Nehmen wir Bérigards Experiment: Natürlich waren dem Zeitgenossen und Korrespondenten Galileis die primitiven Lukrezischen Sonnenstäubchen kein hinreichender Beweis der Atome. Daher die große Sorgfalt, auch ja alle Schwebeteilchen und Turbulenzen auszuschließen, und bei angestrengtem Hinsehen sieht Bérigard in seinem Glasgefäß tatsächlich die gesuchten Atome. Durchaus kein übereiltes Heureka!, vielmehr auch jetzt noch zögernde Abwägung, was er denn eigentlich gesehen habe: doch etwas, *quod aliud esse non potest quam atomi*⁵⁴. Nicht anders als sie Power in den Quecksilberpräparaten unter dem Mikroskop und Sennert in den Wolkentröpfchen zu erkennen glaubten. Weshalb also nach weiteren Belegen suchen, weshalb noch kompliziertere Experimente ersinnen, wenn die Atome doch offen vor Augen lagen? Die vielbeschworene pyrrhonische Krise des frühneuzeitlichen Skeptizismus schien hier, an den Grundelementen des Wirklichen, endlich wieder festen Grund zu erreichen, von dem aus das Problem der Erkenntnisgewißheit empirisch zu lösen wäre⁵⁵. Doch an Stelle des Beweisbedürfnisses trat nun die Evidenz der Anschauung.

Kein Wunder, daß der Gesichtssinn bei weitem den vornehmsten Platz erhielt in dem geradezu enzyklopäischen Forschungsprogramm, das Robert Hooke, der Begabteste unter den Experimentatoren und der Sorgfältigste unter den Mikroskopikern, entwarf⁵⁶ und das ausschließlich auf die sinnliche Wahrnehmung sich gründen sollte. Und in der Tat sollte Hooke 1665 voraussagen, es sei nicht unwahrscheinlich, daß mittels verbesserter optischer Instrumente die Einzelheiten der Zusammensetzung der Stoffe, die Struktur ihrer Teile, die Textur ihrer Materie, Art und Mittel ihrer inneren Bewegungsabläufe und dergleichen mehr erkannt werden könne⁵⁷. Henry Power, dessen *Experimental Philosophy* nur wenige Monate vor Hookes *Micrographia* erschienen war, ist gar überzeugt, wenn die Optik weiter so rasch voranschreite und ihre theoretischen Vorhersagen instrumentell umsetzen könne, bestehe Hoffnung, „über kurz oder lang das magnetische Effluvium, die Lichtatome oder Descartesschen *globuli aetherei*, die elastischen Teilchen der Luft und die ständige, heftige Bewegung der Flüssigkeitsatome“ direkt beobachten zu können⁵⁸. Der empirischen Bestätigung der effluvialen Teilchen mißt Power besondere Bedeutung zu, weil er diese für noch wesentlich feiner hielt als die von ihm beobachteten Atome der gröberen Stoffe. Er ist sich bewußt, daß eine direkte Beobachtung solcher Effluvien in der Tat

⁵³ Gassendi: *Syntagma*, I. 3. 6., S. 270.

⁵⁴ Berigardus: *Circulus Pisanus*, S. 422.

⁵⁵ Henry G. van Leeuwen: *The Problem of Certainty in English Thought, 1630–1690* (*International Archives of the History of Ideas*, 3) ²Den Haag 1970.

⁵⁶ Robert Hooke: *A general Scheme or Idea of the Present State of Natural Philosophy*, in: *The Posthumous Works of Robert Hooke*, ed. Richard Waller, London 1705, S. 1–70, hier bes. S. 38–39.

⁵⁷ Robert Hooke: *Micrographia or some Physiological Descriptions of Minute Bodies made by Magnifying Glasses*, London 1665, Preface, Bl. [a2^v].

⁵⁸ Power: *Experimental Philosophy*, Bl. b2^r, S. 155.

das *experimentum crucis* nicht nur für die Deutung des jeweiligen Vorganges, sondern für die korpuskulare Materieauffassung schlechthin bedeutet hätte⁵⁹. Die Korrespondenz mit seinem Lehrer und Mentor Thomas Browne kreist immer wieder um dieses Problem⁶⁰. Als gewissenhafter Forscher muß Power freilich eingestehen, daß seine Hoffnung, die Transpiration der Haut oder die Sublimation von Kampher beobachten zu können, enttäuscht worden sei. Und doch hofft er, die Instrumentenbauer möchten eines Tages in der Lage sein, Mikroskope herzustellen, die sogar das magnetische Effluvium sichtbar machen, das die durchdringendsten und daher feinsten aller Teilchenströme besitzen sollte. Dies wäre „von unvergleichlichem Wert für unsere modernen Korpuskularphilosophen, die die Qualitäten aus der Liste der Prädikamente gestrichen haben“⁶¹. Gerade die Lehre von den verschiedenen Effluvia sei ein zentraler Teil der Naturwissenschaft, fährt Power fort und zitiert dabei Thomas Browne, „ein Teil der Naturwissenschaft, der freilich noch zu erforschen bleibt; doch wird er sich, wie ich fürchte, als das letzte Blatt erweisen, das im Buch der Natur aufgeschlagen werden kann“: *a part of Philosophy but yet in discovery, and will, I fear, prove the last Leaf to be turned over in the Book of Nature*⁶².

Es wäre nicht ohne Reiz, der Geschichte dieses geflügelten Wortes im einzelnen nachzugehen. Bei Browne und Power erscheint es ganz unvorbereitet und wird nicht näher erläutert. So muß letztlich auch offen bleiben, weshalb in dem zögernden Einwurf „I fear“ der Enthusiasmus, mit dem kurz zuvor noch die Überwindung der alten Sichtbarkeitshorizonte proklamiert worden war, umschlägt in die Ahnung von der Ambivalenz, die im Erkennen des letzten Seinsgrundes läge. Daß ausgerechnet Power ein gewissermaßen metaphysisches Erschauern beim Anblick der unverhüllten Wahrheit befürchtet hätte, erscheint wenig plausibel, da doch sein mikroskopisch-experimentelles Forschungsprogramm unter Berufung auf Bacon ganz eindeutig der „Schau der größten Axiome der Natur mittels kleiner und geringfügiger Instanzen“ galt⁶³. So zeugt der unvermittelte Umschwung wohl eher von der Einsicht des Empirikers, einmal an diesem Punkte angelangt, wäre ein Weiterlesen im Weltenbuche unmöglich, das empirische Forschungsprogramm schlichtweg am Ende: das letzte Blatt, Register und Schlüssel des Ganzen, von wo aus, gewissermaßen rückwärts blätternd, nur noch die systematisch-deduktive Rekonstruktion des Textsinnes übrig bliebe.

Doch war es wirklich legitim, ja auch nur sinnvoll, die Wirklichkeit nach Analogie des Sichtbaren zu konstituieren? Bestand Grund zu der Hoffnung, die instrumentelle Steigerung menschlicher Beobachtungsgabe werde uns – um die Denkfigur der Erkenntnistheorie der Zeit zu benutzen – in jenen Stand der Unschuld zurückversetzen, in dem Adam vor seinem Fall die Dinge der Natur bis auf den letzten Grund ihres Seins zu durchdringen vermochte?⁶⁴ War insbesondere das Mikroskop überhaupt

⁵⁹ Power: *Experimental Philosophy*, S. 57–58, 155.

⁶⁰ Thomas Cowles: *Dr. Henry Power, Disciple of Sir Thomas Browne*, in: *Isis* 20 (1933/34), 344–366.

⁶¹ Power: *Experimental Philosophy*, S. 58.

⁶² Power: *Experimental Philosophy*, S. 58; nach Thomas Browne: *Pseudodoxia Epidemica* (London 1646), II. 2., in: *The Works of Sir Thomas Browne*, ed. Geoffrey Keynes, Bd II, London 1964, S. 90.

⁶³ Power: *Experimental Philosophy*, S. 82; nach Francis Bacon: *Sylva Sylvarum* [1627], I. 91., in: *The Works*, Bd II (1859), S. 377.

⁶⁴ Glanvill: *Vanity*, S. 5–7.

geeignet, die Erwartungen zu befriedigen, die Atomisten wie Power an den Blick durch den Tubus knüpften?

Zunehmend sollte sich Skepsis unter die anfängliche Begeisterung mischen. Denn selbst wenn es gelänge, auf diesem Weg zu optisch nicht weiter auflösbaren Materieteilchen vorzudringen, wer sagt mir denn, so notiert sich Jungius, daß nicht eine abermals verbesserte Optik diese ihrerseits als zusammengesetzt erweisen wird?⁶⁵ Indem das Instrument die unsichtbare Wirklichkeit sichtbar macht, verweist es zugleich auf die Sichtbarkeit als Wahrheitskriterium zurück. Technisch vermittelte Sichtbarkeit aber würde immer bloß vorläufige Sichtbarkeit bleiben, eine von äußeren Bedingungen abhängige Instanz, die allenfalls auf Wahrscheinlichkeit hinausliefe. Die epistemologische Antinomie des Mikroskops ist nicht aufhebbar. Optische Erkenntnis bleibt an das Maß der Anschauung gebunden. Jacques Rohault, der als Cartesianer zwar eine korpuskulare Materieauffassung vertritt, die Vorstellung letzter, nicht weiter teilbarer Grundbausteine jedoch ausdrücklich ablehnt, sieht darüberhinaus eine prinzipielle Grenze für das, was der Mensch sich noch anschaulich vorstellen könne⁶⁶. Zwar mache das Mikroskop sogar die Gliedmaßen einer Milbe sichtbar, und aus deren Beweglichkeit müsse man notwendigerweise auf das Vorhandensein von Gelenken, Muskeln, Sehnen, Nerven und Nervenfasern schließen wie bei den größeren Tieren. Doch die Betrachtung noch weiterzutreiben, von Herz, Blut, Hirn und den Körpersäften der Milbe zu sprechen, heiße, den Boden unter den Füßen verlieren, weil die menschliche Einbildungsfähigkeit (imagination) hier versagt und sich die extreme Kleinheit solcher Teilchen weder verstehen noch auch nur vorstellen läßt. Obgleich Rohaults Standpunkt weniger aus erkenntnistheoretischen Überlegungen als aus dem Descarteschen Begriff der ‘einfachen Idee’ abgeleitet scheint und im übrigen nicht näher begründet ist, so deutet sich doch auch hier die zunehmend kritische Bewertung der rein analogisch-anschaulichen Extrapolation an.

Schwerer wiegende Einwände von Seiten der optischen Theorie kamen hinzu. Hatte schon Friedrich Schrader 1681 am Beispiel der chromatischen Aberration das Problem instrumentell bedingter Artefakte diskutiert, eine prinzipielle fallacia judicii per microscopiam aber ausdrücklich verneint⁶⁷, so setzt genau an diesem Punkt Isaac Newton mit Betrachtungen über die Grenze der optischen Auflösung ein. Den 1704 erstmals aufgelegten *Opticks* zufolge entstehen Farben durch Wechselwirkung von Licht mit gerade noch wahrnehmbaren Atomaggregaten, deren Größenordnung sich mit Hilfe der Farben dünner Schichten und der ‘Newtonschen Ringe’ abschätzen ließ. Die größten dieser Teilchen, die Newton auf ca. 10^{-4} cm schätzte, sollten sich nach seiner Überzeugung mit Hilfe verbesserter Mikroskope durchaus beobachten lassen, und mit 3–4000facher Vergrößerung sollten dann auch die kleinsten, für den Farbeindruck ‘schwarz’ verantwortlichen Korpuskeln sichtbar werden⁶⁸. Doch unterhalb dieser Grenze wären die Teilchen zu klein, um Licht bzw. Farben zu reflektieren, so daß der atomare Aufbau jener gröbereren Korpuskeln sowie die Feinstruktur der Materie wegen ihrer vollständigen ‘Durchsichtigkeit’ prinzipiell nicht beobachtbar seien. „Gleichwohl“, sagt Newton, „wird es sehr zu unserer Befriedigung beitragen,

⁶⁵ Joachim Jungius: *Exercitatio VI de continuo* [1633], SUB Hamburg, Nachlaß Jungius, Wo. 24 (1), fol. 24/25.

⁶⁶ Jaques Rohault: *Traité de Physique*, Amsterdam 1676, I. 21. 3., S. 149.

⁶⁷ Schrader: *Dissertatio*, S. 28–29.

⁶⁸ Isaac Newton: *Opticks* [⁴1730], ed. I. Bernard Cohen, New York 1952, S. 255, 261, 394.

wenn jene [gröberen] Teilchen mit Hilfe des Mikroskops entdeckt werden können. Doch wenn wir dieses Ziel erst einmal erlangt haben, so wird dies, wie ich fürchte, die äußerste Steigerungsmöglichkeit des Gesichtssinnes darstellen.“⁶⁹ – Das Browne-Powersche „I fear“ ist damit im nachhinein auch physikalisch begründet.

Wer am ontologischen Status der Atome und letzten Materiebausteine festhalten wollte, für den schied folglich das Mikroskop als Instrument der Wahrheitsfindung aus. Konnte es bis in die 1660er Jahre noch als unentschieden gelten, ob sich die wahren Strukturelemente der Materie dem forschenden Blick nicht letztlich doch erschließen würden, so überwogen später die Zweifel. Der Versuch, allein mittels empirischer Beobachtung das Wirkliche nach Analogie des Sichtbaren zu bestimmen, schien nunmehr aussichtslos. Das Analogieprinzip selbst wird zum Problem, der Schluß vom Sichtbaren auf die Verhältnisse unterhalb der Wahrnehmungsgrenze bedarf erneuter methodologischer Rechtfertigung⁷⁰.

Schon bei Gassendi zeichnet sich in dieser Hinsicht die Abkehr von der traditionell ontologisch ausgerichteten Substanzlehre ab. Seine auf die Wahrheit des unmittelbaren Erscheinens gegründete Erkenntnislehre, die ihrerseits an Epikur anknüpft, zielt auf eine neue Metaphysik⁷¹. Wissenschaftliche Wahrheit, die sich in Sätzen fassen läßt, kann für Gassendi nicht als getreue Abschrift aus dem Buch der Natur gelten; denn eine solche Kopie ist gar nicht möglich. Was wir wissen, wissen wir nur aus Erfahrung, auch wenn sich diese mithilfe apparativer Techniken beliebig verfeinern läßt. Erfahrung aber zielt nicht auf ewige, allgemeine Wesenheiten, sondern auf Erklärung, die mit Wahrscheinlichkeiten arbeitet. Gassendi geht so weit, die mathematisch exakte Beschreibbarkeit empirischer Gegenstände zu bestreiten, ja er fürchtet hier einen neuen Apriorismus, eine neue Scholastik heraufkommen⁷². Seine Wissenschaftslehre verzichtet darauf, 'notwendige' Wahrheiten zu postulieren. Das metaphysische Sein, die Gestalt der Atome und die Textur der Materie, wird nicht verneint, aber von der *scientia experimentalis* geschieden. Physikalische Erklärung gewinnt ihre Berechtigung unbeschadet der ontologischen Wahrheit.

Hatte Descartes die *Principia Philosophiae* von 1644 noch mit der Einschränkung ausklingen lassen, mit Rücksicht auf die Allmacht Gottes könne die Wissenschaft immer nur unserem Lebens- und Erklärungsbedürfnis angepaßte, niemals aber absolute Wahrheiten enthalten⁷³, so war dies bekanntlich theologische Kautel. Indem nämlich Descartes die Naturwissenschaft mit der Entzifferung eines verschlüsselten Briefes vergleicht, bei dem jeder Buchstabe durch den im Alphabet nachfolgenden ersetzt ist, so daß man, sobald der Schlüssel gefunden ist, den wahren Sinn des Briefes unzweifelhaft erkennt, ohne freilich beweisen zu können, daß nicht auch eine andere Lesart möglich wäre, so garantiert ihm doch die formale Konsistenz seiner Lesart und der metaphysische Grundsatz, daß Gott gütig ist und uns nicht betrügt, daß Naturwissenschaft tatsächlich zum wahren Sein der Welt vordringen kann.

⁶⁹ Newton: *Opticks*, S. 262.

⁷⁰ J. E. McGuire: *Atoms and the 'Analogy of Nature'* in: *Newton's Third Rule of Philosophizing*, in: *History and Philosophy of Science* 1 (1970), 3–58.

⁷¹ Lillian U. Panchari: *The Atomism of Pierre Gassendi: Ontology for the New Physics*, Ph. D. Diss., Tulane University 1972.

⁷² B[ernard] Rochot: *Gassendi et les mathématiques*, in: *Revue d'Histoire des Sciences* 10 (1957), 69–78.

⁷³ René Descartes: *Principia Philosophiae* [1644], IV. 205, in: *Oeuvres de Descartes*, publ. par Charles Adam et Paul Tannery, Bd VIII/1, 327–328; vgl. auch Blumenberg: *Lesbarkeit*, S. 94–95.

Wenn Boyle zwanzig Jahre danach den Gedanken aufgreift, ohne Descartes beim Namen zu nennen, so ist die ontologische Fragestellung bereits herausgenommen. Denn nicht um Verifikation oder Falsifikation ging es ihm bei der Atomhypothese, sondern um ihre Bewährung bei der anschaulich-modellmäßigen Rationalisierung der Phänomene. Das Problem der Begründung der Korpuskularmechanik und der methodologischen Rechtfertigung ihres impliziten Analogiedenkens stellt sich nicht. Boyle war sogar bereit einzugestehen, daß ein wirklicher empirischer Beweis für die Atome noch ausstand und vielleicht nie würde erbracht werden können⁷⁴. Kriterium ist also nicht die Übereinstimmung von Sein und physikalischer Hypothese, sondern allein deren Tauglichkeit (*fitness*) bei der Erklärung der Phänomene.

„Ich glaube, mit den physikalischen Erklärungen der Teile der Welt und ihres Zusammenwirkens verhält es sich ähnlich, wie wenn Menschen auf gut Glück verschiedene Dechiffrierschlüssel vorschlagen, um einen chiffrierten Brief zu lesen. Denn selbst wenn jemand dank seines Scharfsinnes den *richtigen* Schlüssel gefunden hätte, so wäre es für ihn doch sehr schwer, ohne Versuch zu beweisen, daß dieses oder jenes Wort nicht so lautet, wie andere aufgrund ihrer Schlüssel annehmen, und ebenso schwer, von vornherein zu erweisen, daß sein Schlüssel den ihren vorzuziehen sei. Doch wenn man sie ausprobiert und findet, daß der von ihm vorgeschlagene Schlüssel leicht zu den Buchstaben des Briefes paßt, sie verständlich werden läßt, Zusammenhang und Sinn ergibt, dann reicht bereits seine Eignung für das, was er entschlüsseln soll, und zwar ohne Widerlegung [anderer Hypothesen] und ohne objektive positive Beweise, vollkommen aus, ihn als den *richtigen* Schlüssel für diese Chiffren anzusehen.“⁷⁵

Die Passage ist sattsam bekannt, doch mit Vorsicht zu genießen; denn ihre Rhetorik verdeckt, was hier geschieht: „Selbst wenn jemand den richtigen Schlüssel (*the right key*) gefunden hätte“, sagt Boyle – und das kann nur im ontologischen Sinn als wesensmäßige Übereinstimmung von Sein und Erkenntnis gemeint sein – dann reicht allein der Tauglichkeitsnachweis, ohne Verifikation und ohne eine Falsifikation konkurrierender Alternativen, „vollkommen aus, ihn als den richtigen Schlüssel“ auszuweisen – und dies kann nun bloß noch im operationalen Sinne gelten, gerade so, wie Wahrheit in der Baconschen Wissenschaftslehre nicht eine ontologische, sondern eine soziale Kategorie ist, die sich über die Brauchbarkeit und den Nutzen definiert.

Boyles *Corpuscular philosophy* ist eine physikalische Theorie, die mit rein kinematischen Größen operiert. Indem sie darauf verzichtet, Eigenschaften des Stofflichen mit Formeigenschaften der Atome (wie Gestalt, Masse und Wirkkräften) zu korrelieren, kann sie Vorgänge, deren Ablauf bekannt ist, allein durch Annahmen über Anordnung und Bewegung von Teilchen modellhaft veranschaulichen⁷⁶. Alles andere wäre für Boyle einem Rückfall in die *qualitates occultae* der Peripatetiker gleichgekommen. Er selbst hat dies die Anwendung der spekulativen Geometrie auf die Naturwissenschaft genannt⁷⁷. Im Vergleich zur gestalthaften epikuräisch-gassendistischen Atomistik erfährt die eidetische Analogie der Atomformen hier eine Absage. Doch so a-metaphysisch und so unbekümmert um ihre erkenntnistheoretische

⁷⁴ Robert Boyle: *A Physico-Chymical Essay, containing an Experiment with some Considerations touching . . . Salt-Petre*, in: *Certain Physiological Essays* [1661], in: *The Works*, Bd I, S. 359–376, hier S. 375; vgl. auch Drumin: *Corpuscular Philosophy*, S. 79–83.

⁷⁵ Boyle: *Excellency and Grounds*, S. 77 [Hervorhebungen CM.]

⁷⁶ William Arthur Drumin: *The Corpuscular Philosophy of Robert Boyle: Its Establishment and Verification*. Ph. D. thesis, Columbia University 1973.

⁷⁷ Robert Boyle: *New Experiments physico-mechanical touching the Spring of the Air* [1660], in: *The Works*, Bd I, S. 2.

Implikation, wie die Theorie sich gibt, ist sie durchaus nicht. War doch ihr Ziel, die kinematischen Prinzipien instrumentell einzusetzen, um Strukturen und Bewegungsabläufe in der Materie zu beeinflussen und auf diese Weise stoffliche Vorgänge in die gewünschte Richtung zu lenken. Eine derartige operationale Kontrolle setzt aber voraus, daß Bewirkendes und Bewirktes ontologisch von gleicher Art sind. Folglich blieb Boyles Korpuskularkinematik gerade auf ihrem ureigensten Gebiet, der Materielehre, unfruchtbar. So groß ihre explikative Leistung war, so gering war ihr heuristischer oder gar prognostischer Wert. Anders als ein verbreiteter historiographischer Mythos es will, war Boyles streng mechanistische Theorie in der Chemie eben nicht zu gebrauchen, geschweige denn in Laboratoriumspraxis umzusetzen⁷⁸.

Der erste, der dies klar erkannt und philosophisch begründet hat, war John Locke⁷⁹. Wie Boyle, auf dessen Arbeiten er weithin fußt, ist Locke überzeugt, die Korpuskulartheorie sei die vernünftigste aller denkbaren Erklärungen. Doch anders als Boyle gibt er sich nicht damit zufrieden, ihren ontologischen und erkenntnistheoretischen Status unbestimmt zu lassen. Im *Essay concerning Human Understanding* geht es gerade darum, klarzustellen, daß die ontologische Differenz zwischen dem vorgestellten physikalischen Modell und der materiellen Substanz in keiner Weise zu überbrücken sei, wir einfach nicht wissen können, was oder wie beschaffen die stoffliche Natur ist⁸⁰. Auch wenn sich die Erkenntnisfähigkeit, zumal auf optischem Gebiet, instrumentell fast beliebig steigern läßt⁸¹, wäre es doch illusionär zu glauben, auf diesem Weg zum Wesen des Seins und den Strukturen der Materie vordringen zu können. Was wir erfahren, sind Wirkungen wie Farben und Formen, die diese Strukturen auf unser Sensorium ausüben und dort bestimmte Vorstellungen von der Realität auslösen. Solche Vorstellungen sind aber kein strenges Wissen, geschweige denn philosophische Wahrheiten, sondern bloße Gedächtnisstützen und Notbehelfe, folglich auch von zweifelhaftem Wert für die Praxis.

Die Konsequenz dieser Haltung zeigt sich besonders kraß in Lockes eigentümlich polemischer Abwehr der mikroskopischen Anatomie⁸², die wohl auf die übersteigerten Erwartungen gemünzt war, die Entdeckungen wie die von Marcello Malpighi, Jan Swammerdam und Robert Hooke bei den Zeitgenossen geweckt haben mußten. Im Fragment *Anatomica* von 1668 heißt es, im Anschluß an methodologische Grundsätze des englischen Arztes Thomas Sydenham, das Studium der Anatomie und der kleinsten Teile des menschlichen Körpers werde die organischen Ursachen einer Krankheit, das aber hieß in letzter Konsequenz ihre stofflich-mechanischen Ursachen, niemals erkennen können. Folglich habe der Arzt – gemeint ist der physician, nicht der Chirurg – vom Studium der Anatomie auch keine therapeutisch relevanten Einsichten zu erwarten.

⁷⁸ Thomas Kuhn: *Robert Boyle and Structural Chemistry in the Seventeenth Century*, in: *Isis* 43 (1952), 12–36.

⁷⁹ Peter Alexander: *Ideas, Qualities and Corpuscles: Locke and Boyle on the External World*, Cambridge/London/New York 1985.

⁸⁰ R. M. Yost jr.: *Locke's Rejection of Hypotheses about Submicroscopical Events*, in: *Journal of the History of Ideas* 12 (1951), 111–130.

⁸¹ Locke: *Essay*, II. 23. 11.

⁸² David E. Wolfe: *Sydenham and Locke on the Limits of Anatomy*, in: *Bulletin of the History of Medicine* 35 (1961), 193–220; François Duchesneau: *L'empirisme de Locke (Archives Internationales d'Histoire des Idées, 5)*, Den Haag 1973, S. 1–91.

„Denn den Fehler eines Teiles zu beheben, dessen organische Konstitution und Funktion er nicht kennt, ist ebenso schwer, wie ein Teil anzufertigen, von dem er nicht weiß, wie es beschaffen ist.“⁸³

Gerade wegen der ontologischen Differenz von atomarer Welt und der Welt, die wir uns vorstellen können, scheint es Locke noch nicht einmal wünschenswert, unsere Sinnesorgane in jene Dimension hinein zu verlängern. Denn selbst wenn dies gelänge und wir so an die Textur und Bewegungen der kleinsten Materieteilchen und ihre innere Beschaffenheit herankämen, wäre uns damit doch nicht gedient. Denn diese Welt wäre eben nicht die unsere, unsere Fragen fänden in ihr keine Antwort, und was wir dort sähen, wäre in der Sprache unserer gewöhnlichen Vorstellungen nicht mitteilbar. Mit ‚mikroskopischen Augen‘, so Locke, die in die verborgene Zusammensetzung und die atomare Textur der Körper eindringen könnten, kämen wir im täglichen Leben nicht zurecht, könnten den Weg ‚zum Markt und zur Börse‘ nicht finden, sähen zwar die atomare Ursache für die Elastizität der Uhrfeder und würden doch Zeiger und Zifferblatt nicht mehr erkennen⁸⁴.

Das zielt auf Boyles Sicht der Welt als ‚αὐτόματον or self-moving engine‘⁸⁵, in der der Chemiker die Rolle eines Feinmechanikers erhält, der den Ablauf stofflicher Vorgänge mit rein mechanischen Mitteln lenkt. Und das zielt auch auf Power, der dem Uhrengleichnis eine deutlich anti-hypothetische Wendung gegeben hatte⁸⁶. Damit widerruft Locke ausdrücklich den eingangs zitierten Vergleich mit dem Uhrwerk: Stoffliche Vorgänge wie die Auflösung von Silber in Scheidewasser lassen sich – unbestritten alles wissenschaftlichen Fortschrittes und unbestritten der Allgemeingültigkeit der mechanischen Prinzipien – eben nicht so behandeln, wie der Uhrmacher ein Uhrwerk oder der Schmied ein Schloß bearbeitet⁸⁷. Was die Strukturen der Materie und die wahren Ursachen der Erscheinungen angeht, reicht unser Wissen nicht weiter als bis zum Anblick des Zifferblattes und der Zeiger, ohne daß sich die dahinter verborgene Mechanik je enthüllen wird. Das ist die zweite, die agnostizistische Lesart der Uhrenmetapher⁸⁸.

„Unsere Fähigkeiten bringen uns in der Kenntnis und Unterscheidung der Substanzen nicht weiter als bis zur Zusammenfassung jener sinnlich wahrnehmbaren Ideen, die wir an ihnen beobachten. Diese ist jedoch immer, auch wenn sie mit der größten Sorgfalt und Genauigkeit, derer wir fähig sind, erfolgt, von der wirklichen Beschaffenheit, von der sich jene Qualitäten herleiten, wie gesagt, weiter entfernt, als es die Idee eines Landmannes von dem inneren Bau der berühmten Straßburger Uhr ist, von der dieser lediglich die äußere Gestalt und die Bewegungen wahrnimmt.“⁸⁹

⁸³ John Locke: *Anatomica* [1668], in Kenneth Dewhurst: *Locke and Sydenham on the Teaching of Anatomy*, in: *Medical History* 2 (1958), 1–12, hier S. 4.

⁸⁴ Locke: *Essay*, II. 23. 12.

⁸⁵ Robert Boyle: *The Origin of Forms and Qualities according to the Corpuscular Philosophy* [1666], in: *The Works*, Bd III, S. 34.

⁸⁶ Power: *Experimental Philosophy*, S. 193; vgl. Laurens Laudan: *The Clock Metaphor and Probabilism: The Impact of Descartes on English Methodological Thought, 1650–65*, in: *Annals of Science* 22 (1966), 73–104, hier S. 101.

⁸⁷ Locke: *Essay*, IV. 3. 25.–26.

⁸⁸ Robert Boyle: *Of the Usefulness of Natural Philosophy* [1663], in: *The Works*, Bd II, S. 45; Glanvill: *Vanity*, S. 180; vgl. auch Laudan: *Clock Metaphor*.

⁸⁹ Locke: *Essay*, III. 6. 9.; zur Straßburger Uhr s. Boyle: *Usefulness*, S. 39.

Im Bereich der *Physica*, der Lehre von der stofflichen Natur, könne es folglich – anders als in der Mathematik und in der Ethik – kein Wissen im strengen Sinne geben⁹⁰. Denn Wissen erstreckt sich nach Locke nur auf etwas in uns, die Ideen, und nicht auf etwas außer uns, die Substanzen⁹¹. Gerade deshalb sei es nicht die Aufgabe der Naturlehre, sich bei der Betrachtung allgemeiner Ideen und Wesenheiten (wie Atomen oder Strukturen der Materie) aufzuhalten. Das ist die skeptische Abkehr von der Metaphysik und ihrem tragenden Begriff, dem der Substanz, eine Skepsis, die bei Pierre Bayle, George Berkeley und David Hume dann in die Negation umschlagen sollte. Vielmehr sei es Aufgabe der Naturwissenschaft – und hier wendet sich Lockes *ignorabimus* zum Positiven – sich ganz auf die empirische Forschung am konkreten Einzelding zu verlegen, weil erst durch Versuch und Erfahrung die Naturlehre für unser Leben nutzbar gemacht werden könne⁹².

Damit ist das Baconsche Programm, durch Zergliederung der Welt und Analyse ihrer Details zum wahren Sein, d. h. zu der der Materie gestalthaft eingepprägten, authentischen Signatur des Schöpfers vordringen zu können⁹³, seinerseits als bloßes Idol des menschlichen Geistes entlarvt. Die von Bacon in diesen Zusammenhang gestellte Verknüpfung von Wahrheit und Nutzen kehrt sich um. Nicht weil Untersuchungen dieser Art zur abstrakten Wahrheit und letzten Wesensschau führen, gebührt ihnen Vorrang vor dem bloß Nützlichen; sondern nur der konkrete Nutzen, nicht metaphysische Wahrheit, kann Ziel der Naturforschung sein.

Der Traum vom ‚wahren‘ Schlüssel zum Buch der Natur wird damit von Locke endgültig als Baconisches Idol einer vergangenen Naturmetaphysik verabschiedet. Zwar sind wir dank unserer Fähigkeit zur empirischen Forschung durchaus in der Lage, uns einen eigenen Schlüssel zu machen, und ob er tauglich ist, entscheidet sich daran, ob wir mit seiner Hilfe den Text verstehen und benutzen können; doch ob er wahr ist und unser Verständnis richtig, wahr im Sinne der klassischen *adaequatio rei et intellectus*, das ist eine Frage, die sich nicht beantworten läßt und die für unser Leben nichts zu bedeuten hat⁹⁴. Das ist die Absage des Empirikers an die Idee einer anschaulichen Wahrheit in den Naturwissenschaften, eines Empirikers zumal, der sich der Grenzen menschlicher Erkenntnisfähigkeit kritisch bewußt ist und dem, da sein Gegenstand die natürlichen Substanzen sind, der Galileische Ausweg⁹⁵ verwehrt bleibt: die Wahrheit aus der Anschaulichkeit der eidetischen Analogie in die Abstraktion der mathematischen Struktur hinüberzuretten.

⁹⁰ Locke: *Essay*, IV. 12. 10.; vgl. Margaret J. Osler: *John Locke and the changing Ideal of Scientific Knowledge*, in: *Journal of the History of Ideas* 31 (1970), 3–16.

⁹¹ Locke: *Essay*, IV. 3. 1.–2.

⁹² Locke: *Essay*, IV. 12. 9.–10.; vgl. Lorenz Krüger, *War John Locke ein Empirist?* in: *Studia Leibnitiana* 2 (1970), 261–283; Duchesneau: *Empirisme*.

⁹³ Bacon: *Novum Organum*, I. 124., S. 218.

⁹⁴ Locke: *Essay*, IV. 6. 5.

⁹⁵ Will man H. Blumenberg folgen, so ist Galileis Vorstellung, das Buch der Natur sei in der Sprache der Geometrie geschrieben < *Il Saggiatore* [1623], in: *Le Opere di Galileo Galilei*, Florenz 1965, Bd VI, S. 232.11–18 > erst Resultat der bitteren Erfahrung, daß sich das Wesen der Natur nicht in der Anschauung erschließt; vgl. Hans Blumenberg: *Das Fernrohr und die Ohnmacht der Wahrheit*, in: Galileo Galilei: *Sidereus Nuncius: Nachricht von neuen Sternen*, hrsg. von Hans Blumenberg, Frankfurt 1965, S. 7–75. Galileis frühe Arbeiten zur Bewegungslehre widersprechen allerdings der These vom späten Sinneswandel.