

Adams neue Augen: Mikroskopische Imaginationen

Christoph Meinel

Auf die Frage, was es heißt, die Natur zu erkennen, und welche Rolle Bildern und Anschauung im Prozess der wissenschaftlichen Erkenntnis zukommt, gibt es eine Art Lehrbuchantwort, und die ist, wie viele Lehrbuchantworten, falsch. Kein Geringerer als Bertolt Brecht hat ihr die literarische Form gegeben: »Ich dachte mir, Sie schauen einfach durch das Fernrohr und überzeugen sich?« ruft der Brechtsche Galilei den Scholastikern zu, die sich den neuen astronomischen Erkenntnissen verweigern. »Sechzehnhundertzehn, zehnter Januar: Galileo Galilei sah, daß kein Himmel war«, so ist der dritte Aufzug überschrieben.¹ Im ersten Überschwang seiner Entdeckungen mit dem Teleskop war Galilei offenbar tatsächlich überzeugt, dass die Wahrheit des kopernikanischen Weltsystems sich in der Anschauung erschließen könne – in Bildern, wie sie das Fernrohr lieferte: Wahrheit als Evidenzproblem, als Frage des genauen Hinschauens, nicht als Ergebnis von Argument oder Beweis.²

Dass dem Seh-Sinn wissenschaftliches Erkenntnisvermögen und dass Bildern – insbesondere auch: instrumentell erzeugten Bildern – der Status von Erkenntnismitteln zugestanden wird, ja, dass Wahrheit bildhaft-anschaulich begriffen werden könne, das sind Überzeugungen, die sich erst in der Frühen Neuzeit durchsetzten, und zwar gegen die rein begrifflich-logische Vorgehensweise der aristotelischen Wissenschaft. Der ›Iconic Turn‹ in den Wissenschaften von der Natur datiert in die Mitte des 17. Jahrhunderts. Vorbereitet hatten ihn grundlegende Veränderungen in Epistemologie und Methodologie, begleitet von Innovationen im Bereich der wissenschaftlichen Repräsentationstechniken: abzulesen an der zunehmenden Bedeutung optischer Instrumente und visueller Kommunikation.³ 1649 erschien das erste umfassende Lehrbuch der Naturwissenschaft, das konsequent die Anschaulichkeit von Bildern als rhetorisch-didaktisches Mittel benutzte: René Descartes' *Principia philosophiae*. Doch hielten die Bilder tatsächlich, was sie versprochen?

Im Folgenden geht es um die Geschichte des spektakulären Aufstiegs und ebenso raschen Niedergangs der Erwartungen, die sich an mikroskopische Bilder als Mittel der wissenschaftlichen Erkenntnis knüpften.⁴ Es ist die Geschichte der Erfindung einer

1 Bertolt Brecht, »Leben des Galilei 1943«, in: ders., *Gesammelte Werke*, Band 3, Frankfurt am Main 1967, S. 1266 und 1249.

2 Vgl. Hans Blumenberg (Hrsg.), »Das Fernrohr und die Ohnmacht der Wahrheit«, in: Galileo Galilei, *Sidereus Nuncius, Nachricht von neuen Sternen, Dialog über die Weltsysteme, Vermessung der Hölle Dantes, Marginalien zu Tasso*, Frankfurt am Main 1977, S. 7–75.

3 Vgl. Willem D. Hackmann, »Natural Philosophy Textbook Illustrations, 1600–1800«, in:

Non-Verbal Communication in Science prior to 1900, hrsg. von Renato G. Mazzolini, Biblioteca di Nuncius: Studi e testi, Band 11, Florenz 1993, S. 169–196. William B. Ashworth, »Iconography of a New Science«, in: *History and Technology* 4, 1987, S. 267–297.

4 Vgl. dazu insbesondere Catherine Wilson, *The Invisible World: Early Modern Philosophy and the Invention of the Microscope*, Princeton 1995.

neuen bildgebenden Technik, mit deren Hilfe sich alte Träume fortspinnen und mit neuen Bildern füllen ließen. Es ist eine Geschichte aus einer Zeit, die vor der vollständigen Neuordnung ihrer sozialen, konfessionellen und politischen Verhältnisse stand und die sich in diesem Zusammenhang auch des Wissens über die Welt und über die Natur des Menschen neu zu vergewissern suchte.

Der atomisierende Blick

Im Gefolge der Wiederaufnahme des antiken Atomismus, der um 1620 einsetzte, sowie der mechanistischen Naturphilosophie von René Descartes setzte sich in der Mitte des 17. Jahrhunderts ein völlig neues Bild der Natur durch, das sich allein auf geometrische und mechanische Prinzipien gründete. Diese Vorstellung bildete gewissermaßen den harten Kern der unterschiedlichen Bewegungen, die man unter dem Begriff der Naturwissenschaftlichen Revolution zusammengefasst hat. Die britischen Anhänger nannten sich »mechanical philosophers« und sahen die Welt als ein System durch Größe, Form und Impuls definierter Bestandteile, deren Feinheit und Ineinandergreifen sich der Forschung genau so erschließen sollte, wie die Funktionsweise einer Räderuhr sich beim Öffnen des Gehäuses erschließt. Denn können wir erst hineinsehen in den verborgenen Mechanismus der Natur, dann können wir ihn nicht nur verstehen, sondern ihre Abläufe auch gezielt unter Kontrolle bringen. Genau dies meint John Locke, wenn es 1690 im *Essay on Human Understanding* heißt:

»Wenn man die mechanischen Wirkungen der Teilchen des Rhabarbers, des Schierlings, des Opiums und des Menschen kenne, 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 verliere und die Uhr stillstehen werde.«⁵

Fernrohr und Mikroskop, im ersten Jahrzehnt des 17. Jahrhunderts erfunden, hatten diese Auffassung bestärkt und damit die Überzeugung genährt, am Beginn einer neuen Epoche der Naturforschung zu stehen. Denn Fernrohr und Mikroskop erschlossen Wirklichkeiten, die bis dahin verborgen waren, ja deren Existenz kein einziger der antiken Autoritäten auch nur hätte ahnen können. Das neue optische Instrumentarium war »die große, metaphysisch unerwartete und deshalb so relevante Überraschung der beginnenden Neuzeit«.⁶ Dabei blieben die teleskopischen Bilder durchaus noch im Rahmen prinzipiell bekannter Erfahrung. Dass man mehr Details erkennt, wenn man näher herankommt, war nicht verwunderlich. Sogar Galileis Bilder vom Mond mit seinen Ge-

5 John Locke, »An Essay concerning Human Understanding 1690«, hrsg. von Peter H. Nidditch, in: *The Clarendon Edition of the Works of John Locke*, Oxford 1975, IV.3.25; deutsch in Anlehnung an die Übersetzung von Carl Winckler in:

John Locke, *Über den menschlichen Verstand*, Philosophische Bibliothek, Band 75/76, 3. Auflage, Hamburg 1976.

6 Blumenberg 1977 (s. Anm. 2), S. 16.

birgen und Tälern waren im Genre fiktiver Mondreisen literarisch vorbereitet und daher künstlerischer Imagination leicht zugänglich.⁷ Anders der mikroskopische Blick. Denn dieser zeigt nicht bloß eine kleinere, sondern eine vollkommen andere, fremdartige Welt. Wahre Abgründe des Lebendigen und des Stofflichen taten sich auf jenseits des schmalen Ausschnitts, den unsere Augen wahrnehmen können. Das auf den Menschen und seine Sinnesorgane bezogene Sichtbarkeitspostulat des traditionellen Naturbegriffs war damit noch radikaler durchbrochen als bei dem Blick in die Sterne. Geradezu schockierend war die Andersartigkeit der Bilder, die das Mikroskop lieferte, ihre changierende Flüchtigkeit, die sich erst in wechselnden Fokussierungen und unterschiedlichen Beleuchtungen zu klaren Strukturen stabilisieren ließ. Selbst in der gedruckten Version, durch mehrfache mediale Transformation beglaubigt, hatten die mikroskopischen Bilder nichts von ihrer Irritation und Fremdartigkeit eingebüßt. Wie irritierend dieser Eindruck für die Zeitgenossen gewesen sein muss, ist für uns, denen solche Bilder geläufig sind, kaum noch nachzuvollziehen.

Erkennen heißt, Fremdes auf Bekanntes zurückzuführen. So wurde der Blick durch den Tubus des Mikroskops zu einer wichtigen Stütze der mechanistischen Naturlehre. Denn in der betörenden Vielfalt von Formen und Strukturen der mikroskopischen Bilder meinten die ersten Entdecker die Entsprechungen zu jenen Häkchen und Ösen, Hebelwerken und hydraulischen Vorrichtungen zu erblicken, die ihnen aus der großen Welt vertraut waren. Das optische Instrumentarium lieferte gewissermaßen den nachträglichen Beleg, dass sich die unsichtbare Welt nach Analogie der sichtbaren begreifen lasse. Ein augenfälliger Beweis für die Wahrheit der ›mechanical philosophy‹ wäre kaum denkbar gewesen. Dass bildhafte Anschauung unmittelbar zur Wahrheit führen könne, dass wissenschaftliches Erkennen ein Evidenz- und kein Begründungsproblem sei, diese Auffassung teilten Henry Power und Robert Hooke, die Autoren der beiden ersten Mikroskopiebücher, mit dem Galilei der Fernrohrbeobachtungen aus dem *Sidereus nuncius* von 1610. Die Methodenlehre Francis Bacons, des bedeutendsten Vorkämpfers einer Wissenschaftsreform aus dem Geiste der Empirie, weist dem Mikroskop als ›Zugangsinstantanz‹ (*instantia portae*) den ersten Platz zu unter den ›erhellenden Instanzen‹ (*instantiae lampadis sive informationis primae*), die letztlich zur Erkenntnis wahrer Ursachen führen. »Wenn Demokrit ein solches Mikroskop gesehen hätte,« fährt Bacon fort, »wäre er wohl vor Freude gesprungen und hätte geglaubt, nun habe man einen Weg gefunden, das Atom zu erkennen, welches er selbst noch für prinzipiell unsichtbar hielt.«⁸ Pierre Gassendi, der um 1650 den entscheidenden Beitrag zur Wiederaufnahme des epikuräischen Atomismus geleistet hat, war überzeugt, dass zwischen der Feinheit der Natur und dem menschlichen Scharfsinn keine prinzipielle, sondern allenfalls eine technische, vom instrumentellen Fortschritt abhängige Grenze bestehe. Man brauche bloß einmal feingemahlene Sandkörnchen oder Staub unter ein Mikroskop zu

7 Vgl. Horst Bredekamp, *Galilei der Künstler: Der Mond, die Sonne, die Hand*, Berlin 2007, S. 101–176.

8 Francis Bacon, »Novum Organum 1620«, Band II, S. 38–39, in: *The Works of Francis Bacon*, hrsg.

von James Spedding, Robert Leslie Ellis und Douglas Denon Heath, Band I, London 1858, S. 306–307. Übersetzungen, wenn nicht anders angegeben, vom Verfasser.

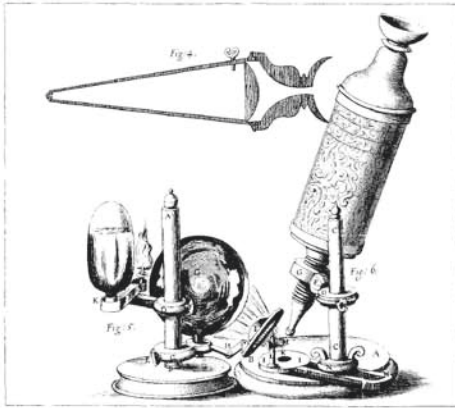


Abb. 1: Zusammengesetztes Mikroskop in Aufsicht (Fig. 6) und Schnitt durch das optische System (Fig. 4) mit Vorrichtung zur Beleuchtung (Fig. 5).

legen, heißt es bei ihm, um zu sehen, dass sie keineswegs alle gleichmäßig rund sind, sondern »von eckiger Gestalt und untereinander vollkommen verschieden: pyramidal, pentaedrisch, kubisch, trapezförmig, oktaedrisch samt ebenso vielen unregelmäßigen Formen«. Damit bewahrheitete sich der Satz des Epikur, dass sich die Atome durch unterschiedliche Gestalt auszeichnen, die freilich nur ein Lynkeus zu unterscheiden vermöge.⁹ Dass die letzten Bausteine des Seins nicht nur anschaulich vorstellbar, sondern tatsächlich mit dem Auge sichtbar sein könnten, war ein kühner und neuer Gedanke. Er sollte nicht ohne Auswirkung bleiben auf den gelehrten Diskurs und das empirische Vorgehen der Naturforscher. Bilder, wie das Mikroskop sie lieferte, bestärkten die Auffassung der »mechanical philosophers«, die stoffliche Welt lasse sich auf einen festen Grundbestand gestalthafter Formen, den *figurae* oder *σχήματα* des epikuräischen Atomismus, zurückführen. Und dank des Fortschrittes der Instrumente schienen diese Strukturen nicht bloß spekulative oder theoretische Konzepte, sondern tatsächlich empirisch zugänglich zu sein, ja mehr noch: offen vor Augen zu liegen. Die Wahrheit hatte gewissermaßen im Handstreich gesiegt; an die Stelle der argumentativen Begründung oder des methodisch gesicherten Beweises trat die Evidenz der Anschauung.

Das Manifest dieses neuen, durchdringenden Blicks war die 1665 in London erschienene *Micrographia, or some Physiological Descriptions of Minute Bodies made by Magnifying Glasses* (Abb. 1). Der Autor, Robert Hooke, war Demonstrator der Royal Society und einer der führenden Experimentalforscher seiner Zeit. Das Vorwort des Werkes kündigt den Beginn einer umfassenden Reform von Philosophie und Wissenschaft an – eine Reform, für die man weder Phantasie, noch Methode, noch Tiefsinn benötige, sondern lediglich eine ruhige Hand und gute Augen. Denn mittels verbesserter optischer Instrumente werde man die Dinge so sehen, wie sie in Wirklichkeit sind, werde die Zusammensetzung der Stoffe, die Struktur ihrer Teile, die Art und Mittel ihrer inneren Bewegungsabläufe erkennen. In seiner Begeisterung für das neue Instru-

9 Petrus Gassendi, *Animadversiones in decimum librum Diogenis Laertii, qui est de vita, moribus,*

placitisque Epicuri, Band I, Lyon 1649, S. 205–206.

ment war Hooke sogar überzeugt, »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 wahrnehmen zu können.«¹⁰

Auch Henry Power, dessen *Experimental Philosophy* nur wenige Monate vor Hookes *Micrographia* erschienen war, ließ keinen Zweifel daran, dass es in der Tat das ›experimentum crucis‹ für die mechanistische Natursicht wäre, wenn es gelänge, die cartesischen Teilchen der ›Ersten Materie‹ zu beobachten. Und er war zuversichtlich, die Instrumentenbauer wären eines Tages in der Lage, Mikroskope zu konstruieren, mit denen sich sogar die mechanische Ursache der magnetischen Anziehungskraft beobachten ließe.¹¹ »Ein Teil der Wissenschaft«, heißt es bei Power, »der noch zu erforschen bleibt; doch wird er sich, wie ich fürchte, als das letzte Blatt erweisen, das im Buch der Natur aufgeschlagen werden kann«: »and will, I fear, prove the last Leaf to be turned over in the Book of Nature«.¹² — Ein eigentümlicher Satz, in dessen zögerlichem Einwurf »I fear« der Enthusiasmus, mit dem der Autor eben noch die Überwindung der alten Sichtbarkeits horizonte proklamiert hatte, umschlägt in die Ahnung eine Grenze, die im Erkennen des letzten Seinsgrundes läge.¹³ — »Auch wenn solche Hoffnungen noch übertrieben scheinen«, heißt es weiter, »so ist es doch nicht ausgemacht, wohin die Vervollkommnung der mechanischen Künste noch führen wird, denn der Fortschritt ist ohne Grenze, und wer wollte seinem Lauf ein *non ultra* entgegenstellen?« Mit Hilfe des Mikroskops werde man schließlich erkennen, 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«.¹⁴

Adams neue Augen

Das Stichwort vom Fortschritt, der ohne Grenze sei, und der Verweis auf das begrenzte Wissen der Antike (*non ultra*) verraten, dass es um mehr ging als um die instrumentellen Grenzen der Mikroskopie. Es ging um die – aus heutiger Sicht schwer nachvollziehbare – Frage, ob die Summe des Wissens abgeschlossen ist oder offen; oder anders gesagt, ob das Wissen und Können der klassischen Antike ein für allemal den Maßstab menschlichen Wissens und Könnens vorgebe und daher allenfalls einholbar, aber nie überbietbar sei. Diese sogenannte *Querelle des Anciens et des Modernes* war in der Kunsttheorie der Renaissance aufgekommen und bis an die Schwelle des 18. Jahrhunderts nicht endgültig entschieden.¹⁵ Ihre Auflösung war letztlich der Fortschrittsbegriff.

10 Robert Hooke, *Micrographia, or some Physiological Descriptions of Minute Bodies made by Magnifying Glasses*, London 1665, Preface.

11 Henry Power, »Experimental Philosophy ...«, in: *Avouchement and Illustration of the now famous Atomical Hypothesis*, London 1664, c2^v–[c3^r].

12 Ebd., S. 58.

13 Vgl. Christoph Meinel, »Das letzte Blatt im Buch der Natur: Die Wirklichkeit der Atome

und die Antinomie der Anschauung in den Korpuskulartheorien der Frühen Neuzeit«, in: *Studia Leibnitiana*, 20, 1988, S. 1–18.

14 Power 1664 (s. Anm. 11), Bl. [b2^r] und S. 155.

15 Vgl. dazu Richard Foster Jones, *Ancients and Moderns: A Study of the Rise of the Scientific Movement in Seventeenth-Century England*, 2. Auflage, St. Louis 1961, Reprint New York 1982.

Ging es in der *Querelle* primär um geschichts- und kulturtheoretische Fragen, so nahm die Diskussion im protestantischen Europa – im Zusammenhang mit der Wiederaufnahme von Augustins Lehre vom ›peccatum originis‹, der Erbsünde – eine dezidiert anthropologische Wendung: Zur Diskussion stand nun nicht mehr der Gang der Geschichte, sondern die Natur des Menschen, und zwar hinsichtlich seiner Fähigkeit, sicheres Wissen zu erlangen. Tatsächlich lassen sich die Debatten um Erkenntnistheorie, Methodologie und Wissenschaftsreform in der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts fast immer auf die Frage nach der menschlichen Natur und Erkenntnisfähigkeit zurückführen. Den Deutungsrahmen dafür lieferte die biblische Geschichte vom Sündenfall – einer der zentralen Mythen der westlichen Kultur.¹⁶

Während Adam im Paradies noch die ›wahren Naturen‹ der Geschöpfe erkennen und sie daher mit ihrem ›wahren Namen‹ benennen konnte, weil er – nach übereinstimmender Ansicht der damaligen Exegeten von Genesis 2,19f. – mit seinen Sinnen das innere Wesen der Dinge zu erfassen imstande war, so ward mit dem Sündenfall die Natur des Menschengeschlechts, das heißt sein Leib, Sinn und Geist, für alle Zeiten verderbt. Auch Luthers Genesiskommentar sieht den Sündenfall als Ursache dafür, dass der Verstand des Menschen getrübt, seine Sinne stumpf und sein Körper schwach geworden sei. Adam, so Luther, habe im Paradies die Gegenstände in hundert Meilen Entfernung deutlicher gesehen als wir Gegenstände, die nur eine halbe Meile weit weg sind, und genau so sei es mit seinen übrigen Sinnesorganen. Adams Augen seien besser gewesen als die eines Adlers oder eines Luchses; doch mit der Vertreibung aus dem Paradies sei diese Fähigkeit und mit ihr das adamitische Wissen vom wahren Wesen der Dinge verloren gegangen.¹⁷

Diese Auffassung war im 17. Jahrhundert nahezu Allgemeingut im protestantischen Europa. Die Wiedereinsetzung des Menschen in seine ursprüngliche, gottgewollte Natur, in den Zustand des ersten Menschenpaares im Paradies, bedürfe deshalb neuer Hilfsmittel, um die körperlichen Folgen des Sündenfalls zu kompensieren und wenigstens teilweise wiederherzustellen, was Adam verspielt hatte. Genau dies war die Hoffnung, die sich im 17. Jahrhundert für viele Gelehrte an die experimentelle Naturforschung und ihre neuartigen Instrumente knüpfte. »Adam hatte keine Brille nötig«, heißt es 1661 in Joseph Glanvills *The Vanity of Dogmatizing*, einem Hauptwerk des britischen Skeptizismus und Empirizismus. »Adams Gesichtssinn zeigte ihm, ob der Magnet mittels atomarer Effluvien anzieht, und was die wahre Ursache der Gezeiten ist (...). 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.« Weil unsere Sinnesorgane nun einmal trügerisch und fehlbar seien, so Glanvill weiter, »müssen sie mit Instrumenten unterstützt werden, die ihre Funktionsweise verstärken und korrigieren.« Und als Beleg führt der Autor die großen instrumentellen Innovationen seines Jahrhunderts auf: Teleskop, Mikroskop, Thermometer, Barometer und Luftpumpe.¹⁸

16 Vgl. Peter Harrison, *The Fall of Man and the Foundations of Science*, Cambridge 2007.

17 Ebd., S. 96.

18 Joseph Glanvill, *The Vanity of Dogmatizing*, London 1661, S. 5–6.

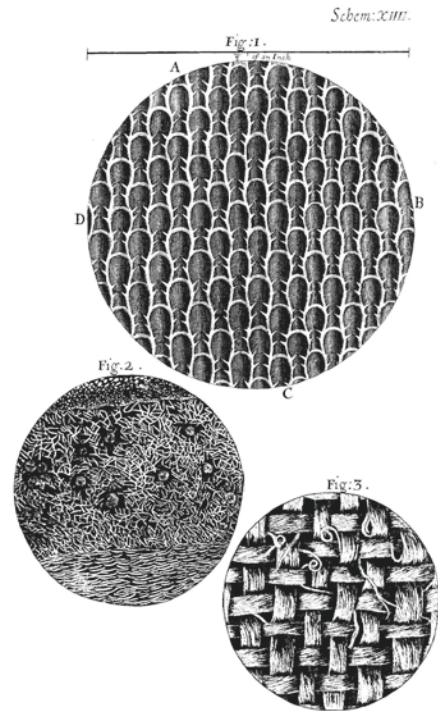


Abb. 2: Oberflächenstrukturen eines Rosmarinblattes (Fig. 1, Detail daraus in Fig. 2) im Vergleich mit einem textilen Gewebe (Fig. 3).

Im Licht der Augustinischen Anthropologie erschien das Mikroskop geradezu als das neue, artifizielle Auge, mit dessen Hilfe die alterssichtige Welt endlich wieder zur unverfälschten Anschauung der Wirklichkeit gelangen könne. So heißt es im Vorwort zu Hookes *Micrographia*:

»Mit Hilfe solcher künstlichen Instrumente und Methoden mag es, in gewisser Weise, einen Ersatz geben für die Beeinträchtigungen und Unzulänglichkeiten, die die Menschheit auf sich geladen hat (...) und aufgrund derer jeder Mensch, sowohl wegen einer angestammten Verdorbenheit, die ihm angeboren ist, als auch wegen seiner Erziehung und seines Umgangs mit anderen Menschen, sehr leicht in alle Arten von Irrtümern verfällt. – Der einzige Weg, der uns bleibt, einen gewissen Grad jener früheren Vollkommenheit zurückzuerlangen, scheint darin zu liegen, die Wirkung der Sinnesorgane, des Gedächtnisses und der Vernunft zu korrigieren (...) und wenn sie erneuert sind, dann haben wir auch Verfügungsgewalt über die Dinge.«¹⁹

Für die Naturforscher der Zeit bedeutete naturwissenschaftlicher Fortschritt jedoch gerade nicht eine Rückkehr ins verlorene Paradies. In der *Querelle* waren sie es, die sich meist am entschiedensten auf die Seite der ›Modernes‹ schlugen. Weder Power noch Hooke ließen irgendeinen Zweifel daran, dass mit den optischen Erfindungen der Gegenwart eine qualitativ neue, bisher nie dagewesene Wahrnehmungsstufe und Wahrheitsnähe erreicht sei. Kein Gedanke daran, dass Adam die Trabanten des Jupiters oder die Sonnenflecken oder die Atome mit bloßen Augen hätte erkennen können. Seine

19 Hooke 1665 (s. Anm. 10).

Sinnesorgane seien nicht anders beschaffen gewesen als die unseren; weder er noch alle anderen Zeiten hätten eine Vorstellung von dem gehabt, was seit der Erfindung von Fernrohr und Mikroskop entdeckt worden sei.²⁰ Nicht die Wiedereinsetzung des Menschen in die Adam im Paradies verliehene Verfügungsgewalt über die Natur war das Ziel, wie es noch der chiliastisch geprägten Wissenschaftsutopie Francis Bacons zugrundegelegt hatte.²¹ Sondern es ging um die Begründung neuen Wissens und um die Gestaltung einer offenen Zukunft mit Hilfe empirischer Forschung und neuartiger Instrumente.

»The empty amusement of seeing«

Doch war das Mikroskop tatsächlich geeignet, die hohen Erwartungen zu erfüllen, die die Forscher an den Blick durch den Tubus knüpften? War es wirklich legitim, sich die submikroskopische Wirklichkeit nach Analogie des Sichtbaren vorzustellen, wie dies die mechanistische Naturphilosophie seit Descartes getan hatte? Theoretisch-methodologische Skepsis sollte den anfänglichen Enthusiasmus der Mikroskopiker bald dämpfen. Denn selbst wenn die Leistungsfähigkeit der optischen Instrumente sich beliebig steigern ließe, legt der vermeintliche Blick ins Innere doch immer wieder bloß neue Oberflächen frei, ohne je zu einem »letzten Blatt im Buch der Natur« zu gelangen, und wo wäre ein Ende in diesem unendlichen Regress? Gerade indem das Mikroskop die unsichtbare Wirklichkeit sichtbar macht, verweist es auf die Sichtbarkeit als Wahrheitskriterium zurück. Instrumentell vermittelte Erkenntnis aber ist immer bloß vorläufige Erkenntnis, eine von äußeren Bedingungen und vom Fortschritt der Wissenschaft abhängige Wahrscheinlichkeit. Wahrheit ist nicht länger bloß »filia temporis«, um Bacons geflügeltes Wort zu zitieren, sondern nun auch noch Tochter des Könnens der Instrumentenbauer. Die epistemologische Antinomie des Mikroskops ist nicht aufhebbar, und das wurde klar, sobald sich die erste Begeisterung über den Zuwachs an Sichtbarkeit gelegt hatte.

Gerade im Bereich der biologischen, physiologischen und chemischen Vorgänge produzierte das Mikroskop immer neue und verwirrende Bilder, die sich nur schwer nach Analogie mechanischer Ursache-Wirkungsbeziehungen im Makroskopischen deuten und physikotheologisch in die Idee einer selbst im Allerkleinsten zweckmäßig eingerichteten Welt einschreiben ließen. Letztlich warfen die mikroskopischen Bilder mehr Fragen auf, als sie beantworten konnten. Der Cartesianer Jacques Rohault zum Beispiel nahm 1676 eine prinzipielle Grenze für das an, was der menschliche Geist sich anschaulich vorstellen könne. Zwar mache das Mikroskop noch die Gliedmaßen der Milbe sichtbar, und aus deren Bewegungen müsse man auf das Vorhandensein von Gelenken, Muskeln, Sehnen und Nerven schließen wie bei den größeren Tieren. Doch die Betra-

20 Power 1664 (s. Anm. 11), [a4^{rv}].

21 Vgl. Francis Bacon »Valerius Terminus: Von der Interpretation der Natur mit den Anmerkungen

von Hermes Stella«, englisch-deutsch, hrsg. von Fritz Träger, in: *Elementa-Texte*, Band 2, Würzburg 1984.

chtung noch weiter voranzutreiben, von Herz, Blut, Hirn und den Körpersäften der Milbe zu sprechen, heiÙe, den Boden unter den FüÙen zu verlieren, weil das menschliche Vorstellungsvermögen (imaginatio) hier versage und die extreme Kleinheit solcher Teilchen es verbiete, sie nach Art mechanischer Gebilde der Alltagswelt zu deuten.²²

Einwände von Seiten der optischen Theorie kamen hinzu. Denn die Abbildungsfehler der damaligen Linsensysteme waren erheblich, und das Problem instrumentell bedingter Artefakte nur zu bekannt. Am stärksten irritierend war die chromatische Aberration, die zur Folge hatte, dass alle teleskopischen und mikroskopischen Bilder an Hell-Dunkel-Grenzen ausgeprägte regenbogenfarbige Säume zeigten, die eindeutig nicht Eigenschaft der untersuchten Objekte waren, sondern auf Linsenfehler zurückgingen. Für Isaac Newton, der sich im 17. Jahrhundert am intensivsten mit der optischen Theorie der Farben befasst hat, war dies bekanntlich der Anstoß für die Erfindung des Spiegelteleskops als Alternative zum Linsenfernrohr. Nach Newtons Auffassung, wie sie in seinen erstmals 1704 erschienenen *Opticks* dargelegt ist, entstehen Farben durch Wechselwirkung von Licht mit Materieteilchen, deren Größenordnung Newton aus den Farben dünner Schichten und der ›Newtonschen Ringe‹ abschätzte.

Die größten dieser Korpuskeln sollten sich nach seiner Überzeugung mit Hilfe verbesserter Mikroskope beobachten lassen; mit 3- bis 4000-facher Vergrößerung sollten auch noch die kleinsten, für den Farbeindruck ›schwarz‹ verantwortlichen Strukturen sichtbar werden; doch unterhalb dieser Grenze wären die Teilchen zu klein, so dass der atomare Aufbau und die Feinstruktur der Materie prinzipiell nicht beobachtbar seien. »Gleichwohl«, heißt es bei Newton, »wird es sehr zu unserer Befriedigung beitragen, wenn jene gröÙeren Teilchen mit Hilfe des Mikroskops entdeckt werden können. Aber wenn wir dieses Ziel erst einmal erreicht haben, so wird dies, wie ich fürchte, die äußerste Steigerungsmöglichkeit des Gesichtssinnes darstellen.«²³ Wer also am ontologischen Status der Atome und den letzten Strukturen der Materie festhalten wollte, für den schied das Mikroskop als Instrument der Wahrheitsfindung aus. Es waren folglich gerade die konsequentesten Empiristen und Atomisten, die Skepsis anmeldeten.

Derjenige, der dieses Dilemma als erster klar erkannt und philosophisch begründet hat, war John Locke. Mit den Arbeiten der ›Mechanical Philosophers‹ aufs beste vertraut, war auch er überzeugt, dass die korpuskulare Theorie der Materie die vernünftigste aller denkbaren Erklärungen liefert. Doch gab es für Locke keinerlei Zweifel daran, dass die Differenz zwischen dem physikalischen Modell und der materiellen Substanz in keiner Weise zu überbrücken sei, dass wir einfach nicht wissen – und schon gar nicht sehen – können, was oder wie beschaffen die stoffliche Natur ist. Selbst bei einer noch so hohen Leistung der optischen Instrumente wäre es illusionär zu glauben, auf diesem Weg zu den wahren mechanischen Ursachen in der Natur vordringen zu können.

Was wir erfahren, so Locke, sind die Wirkungen, die solche Strukturen auf unsere Sinnesorgane ausüben und in uns bestimmte Vorstellungen, wie Farben oder Formen, auslösen. Diese sind aber für Locke kein strenges Wissen, geschweige denn philosophi-

22 Jacques Rohault, *Traité de physique*, Band I, 21, 3., Amsterdam 1676, S.149.

23 Isaac Newton, *Opticks*, 4. Auflage 1730, hrsg. von I. Bernard Cohen, New York 1952, S. 262.

sche Wahrheiten, sondern eher Gedächtnisstützen und von nur begrenztem Wert für die Praxis. Aufgrund der prinzipiellen Differenz von atomarer Welt und dem, was wir uns vorstellen und in Begriffe und Theorien fassen, schien es Locke noch nicht einmal wünschenswert, die menschlichen Sinnesorgane in jene Dimension hinein zu verlängern. Denn selbst wenn dies gelänge und wir so an die Textur und die Bewegungen der kleinsten Materieteilchen und ihre innere Beschaffenheit herankämen, wäre uns damit doch nicht gedient. Denn diese Welt wäre so vollständig von der unseren verschieden, dass unsere Fragen in ihr keine Antwort fänden, 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 Dimension 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, würden jedoch Zeiger und Zifferblatt nicht mehr ablesen können.²⁴

Die Kritik zielte auf das Weltbild einer »Mechanical Philosophy«, in der der Forscher in die Rolle des Feinmechanikers schlüpft und meint, durch Inspektion der Teile die Funktionsweise des Ganzen begreifen und manipulieren zu können. Daher widerrief Locke auch ausdrücklich den eingangs zitierten Vergleich der Natur mit einem Uhrwerk: Selbst wenn man die Allgemeingültigkeit der mechanischen Prinzipien voraussetze, lasse sich die pharmakologische Wirkung von Rhabarber und Opium eben nicht in der gleichen Weise verstehen und therapeutisch einsetzen, wie der Uhrmacher ein Uhrwerk oder der Schmied Schlüssel und Schloss repariert. Was die Eigenschaften der stofflichen Natur und ihre wahren Ursachen angeht, reiche unser Wissen nicht weiter als bis zum Anblick des Zifferblattes und der Zeiger. Über die darunter verborgene Mechanik dürfen wir zwar Hypothesen formulieren, doch ein Begreifen der Art, wie wir makroskopische Gegenstände begreifen, oder ein Wissen im strengen Sinne mathematischer Beweise ist für Locke in der Welt körperlicher Dinge ausgeschlossen.²⁵

George Berkeleys 1709 erschienene *New Theory of Vision* geht noch weiter und bestreitet allen Erkenntniswert mikroskopischer Bilder. Denn nicht etwa das natürliche Objekt sähen wir damit größer und deutlicher, sondern ein ganz anderes Objekt. Nicht unsere Welt und deren Wirkursachen zeige das Mikroskop, sondern es bringe uns – so Berkeley – gewissermaßen in eine neue Welt und biete uns einen neuen Schauplatz sichtbarer Objekte, die völlig verschieden seien von dem, was wir in unserer Welt mit bloßen Augen sehen. Und diese andere Welt sei für uns ohne Belang, eine bloße Seh-Belustigung – ein »empty amusement of seeing«.²⁶ Auch Berkeley war Anhänger der mechanischen Weltsicht, und auch für ihn waren Organismen im cartesischen Sinne Maschinen.

24 Locke 1975 (s. Anm. 5), Band II, 23, 12.

25 Ebd., Band III, 6, 9. und Band IV, 3, 25–26. Vgl. auch Margaret J. Osler, »John Locke and the changing Ideal of Scientific Knowledge«, in: *Journal of the History of Ideas*, 31, 1970, S. 3–16.

26 George Berkeley, *An Essay towards a New Theory of Vision*, Dublin 1709, § 85–86; zitiert nach:

The Works of George Berkeley Bishop of Cloyne, hrsg. von Arthur Aston Luce und Thomas Edward Jessop, Band I, London 1948, S. 206. Vgl. dazu Catherine Wilson, »Berkeley and the microworld«, in: *Archiv für Geschichte der Philosophie*, 76, 1994, S. 37–64.

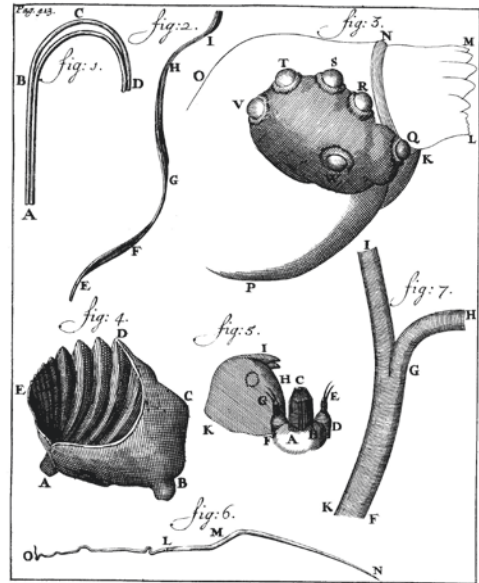


Abb. 3: Mikroskopische Untersuchung der Seidenraupe: ausgetretener Faden (Fig. 1–2), Detail des Kopfes mit Punktaugen (Fig. 3), herauspräpariertes Mundwerkzeug (Fig. 4), Spinnwarze (Fig. 5) und freigelegte innere Gefäße (Fig. 6–7).

Doch das Mikroskop zeige sie uns nicht als solche, sondern liefere bloß Vexierbilder (Abb. 3) und führe daher gerade nicht zu einem tieferen Verständnis dafür, wie der Keim wächst, weshalb die Rose duftet oder warum Schierling giftig ist. Ein jedes Lebewesen, führte Alexander Pope 1732 unter Bezugnahme auf die vorausgegangene Diskussion über die Natur des Menschen aus, besitze genau diejenigen Fähigkeiten, die es in seiner Welt benötige:

»The bliss of man (could pride that blessing find);
Is not to act or think beyond mankind;
No powers of body or of soul to share,
But what his nature and his state can bear.
Why has not man a microscopic eye?
For this plain reason, man is not a fly.
Say what the use, were finer optics given,
to inspect a mite, not comprehend the heaven?«²⁷

Damit war das kühne Programm der frühen Mikroskopiker am Ende. Auf der Strecke blieb die Vorstellung einer absoluten und letzten Wahrheit – eines letzten Blattes im Buch der Natur. Gerade dadurch aber entsteht erst die Idee der Forschung, wird die Wissenschaft zur »unendlichen Geschichte« und das neue Wissen immer ein Stück besser als das bisherige. Ob freilich unsere Lesart der Natur wahr ist, wahr im Sinne der klassischen »adaequatio rei et intellectus«, das ist eine Frage, die sich nicht abschließend beantworten lässt, schon gar nicht in Bildern der Einbildungskraft. Statt unter der Ober-

27 Alexander Pope, *Essay on Man, being the First Book of Ethic Principles*, 1,181–188, London 1734, S. 16.

fläche der Erscheinungen eine Welt nach Analogie der unseren zu entdecken, hatten die frühneuzeitlichen Naturforscher nur alte Menschheitsträume fortgesponnen und mit neuen Bildern gefüllt. In seiner Psychoanalyse der wissenschaftlichen Erkenntnis lässt der französische Wissenschaftsphilosoph Gaston Bachelard das Mikroskop in der Frühen Neuzeit nicht als Hilfsmittel der Forschung gelten, sondern rechnet es unter die Erkenntnishindernisse (*obstacles épistémologiques*), weil es gleich drei Mythen bediente: den Mythos der Bilder, den Mythos, dass die Wahrheit im Inneren verborgen sei, und den Mythos der Verdinglichung einer äußeren Eigenschaft.²⁸

Amateure und Physikotheologen

Nur Amateure und Schwärmer, von erkenntniskritischen und methodologischen Skrupeln unberührt, durften fröhlich weiter in der Wunderwelt mikroskopischer Bilder schwelgen. So bereiteten sie den Weg für eine Physikotheologie, die die Herrlichkeit Gottes auch noch im Bau der Filzlaus zu erweisen suchte. In seinem Sammelwerk *Irdisches Vergnügen in Gott* nannte Barthold Hinrich Brockes, einer der wichtigsten Exponenten der natürlichen Theologie in Deutschland, die mit Mikroskop und Fernrohr zu erlangende Gotteserkenntnis geradezu eine »Dritte Offenbarung« neben der aus der Schrift und der aus der Natur.²⁹ Bisweilen hat es geradezu den Anschein, als habe der Blick durch das Mikroskop die Menschen entschädigt für den Verlust an Sinnstiftung, mit dem sie den teleskopischen Blick in die Leere des kopernikanischen Himmels erkaufte hatten.

So rasch die Welle der Begeisterung über das Mikroskop aufgebrandet war, so rasch ebte sie innerhalb der Wissenschaft wieder ab. Schon um 1700 war der Delfter Tuchhändler Anthonij van Leeuwenhoek im Grunde der einzige Gelehrte in Europa, der noch seriöse mikroskopische Forschung betrieb.³⁰ Längst war das Instrument zur Zielscheibe des Spotts geworden. Schon in der Literatur des ausgehenden 17. Jahrhunderts taucht es als ein eher nutzloses Spielzeug auf – Berkeleys »empty amusement« – mit Tendenz zum Komischen. So kauft sich Sir Nicholas Grimcrack, der Held von Thomas Shadwells 1676 in London uraufgeführtem Lustspiels *The Virtuoso*, für 2000 britische Pfund ein gewaltiges Mikroskop, um das Geheimnis marinierter Aale zu lüften und um zu verstehen, wie die Maden in den Käse kommen und weshalb Zwetschgen blau sind. Die gelehrten Zitate, mit denen der Held des Stückes dabei um sich wirft, stammen aus Hookes *Micrographia*.

28 Gaston Bachelard, *Die Bildung des wissenschaftlichen Geistes: Beitrag zu einer Psychoanalyse der objektiven Erkenntnis 1939*, hrsg. von Wolf Lepenies, Frankfurt am Main 1978, S. 238–242.

29 Barthold Hinrich Brockes, »Die dritte Offenbarung«, in: ders., *Physikalische und moralische Gedanken über die drey Reiche der Natur, Irdisches Vergnügen in Gott*, Teil 9, Hamburg, Leipzig 1748; Neudruck Bern 1970, S. 437–439.

30 Vgl. Hartmut Böhme, »Die Metaphysik der Erscheinungen: Teleskop und Mikroskop bei Goethe, Leeuwenhoek und Hooke«, in: *Kunstkammer – Laboratorium – Bühne: Schauplätze des Wissens im 17. Jahrhundert*, hrsg. von Helmar Schramm, Ludger Schwarte und Jan Ladzarzig, in: *Theatrum Scientiarum*, Band I, Berlin 2003, S. 359–396.

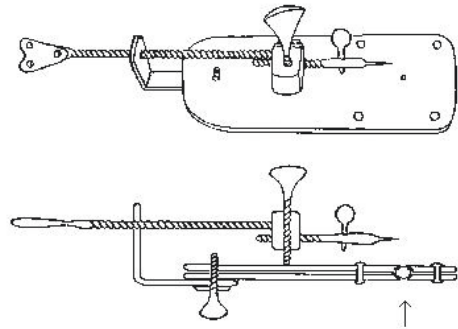


Abb. 4: Die Abbildungsqualität einfacher Mikroskope (Lupen), wie Leeuwenhoek sie benutzte, war häufig besser als die der mehrlin-sigen Systeme. Die zu untersuchende Probe wur-de auf die mittels Schrauben justierbare Nadel gesteckt und durch eine Linse betrachtet, die an der mit Pfeil markierten Stelle in der Bodenplat-te befestigt war.

Das komische Potential des Mikroskops ist schier unerschöpflich: Nicht nur, weil der ohnehin begrenzte Horizont des Detailforschers hier aufs Winzigste zusammengeschrumpft ist. Auch die Objekte seiner Studien haben wenig von der Erhabenheit der-jenigen Gegenstände an sich, die der Astronom betrachtet. Zu den bevorzugten Studi-enobjekten der Zeit gehörten die allgegenwärtigen Flöhe und Läuse, Schimmelpilze und Maden, Körperflüssigkeiten und Exkreme. Der Amsterdamer Arzt Jan Swammer-dam verdankte seinen wissenschaftlichen Ruhm den Insekten, und Antonij van Leeu-wenhoeks bedeutendste Entdeckung war die der Spermien, in denen er kleine Mensch-lein mit winzigen Gliedmaßen und noch winzigeren Organen präformiert zu erblicken glaubte. »Als wir den Bericht davon aus Holland bekamen«, erinnert sich John Locke, »haben wir uns köstlich darüber amüsiert.«³¹ Immerhin suchte der englische Philosoph den holländischen Forscher 1686 eigens in Delft auf und ließ sich von ihm durchs Mi-kroskop das Sperma eines Hundes zeigen: »Einige der kleinen Tierchen, die angeblich aus dem Bauch eines Hundes post coitum stammten, sah ich auf einem kleinen Glas-plättchen kleben. Sie erschienen mir wie kleine Perlen, und nur mit größter Mühe konn-te ich die von ihm [Leeuwenhoek] beschriebenen Schwänze erkennen, wenn ich denn überhaupt welche gesehen habe, denn sie waren längst tot und auf dem Glas angetrock-net.«³²

Ein Stückeschreiber hätte die Szene nicht besser erfinden können: Ein begeistert mi-kroskopierender Tuchhändler und der skeptische Autor des *Essay on Human Under-standing*, die sich mit ihren winzigen Linsen (Abb. 4) angestrengt über das halb vergam-melte Sperma eines Delfter Straßenkötters beugen, ohne der Sache so recht eine philo-sophische Essenz abgewinnen zu können.

So nimmt es auch nicht wunder, dass wir den beiden holländischen Mikroskopikern noch 1822 im Genre der Wissenschaftsparodie begegnen: In E.T.A. Hoffmanns Mär-chen *Meister Floh* hocken sie als Flohbändiger und Zauberer auf kolossalen Mikroskopen und schneiden jämmerliche Gesichter, während Peregrinus, der Held der Geschich-te, den »wahnsinnigen Detailhändlern der Natur« zuruft:

31 John Dewhurst, *John Locke: Physician and Phi-* 32 Ebd., S. 229.
losopher, London 1963, S. 56.

»Aber ihr arme Betörten, unglücklicher Swammerdam, beklagenswerter Leuwenhoek, euer ganzes Leben war ein unaufhörlicher ununterbrochener Irrtum. Ihr trachtetet die Natur zu erforschen, ohne die Bedeutung ihres innersten Wesens zu ahnen. Ihr wagtet es, einzudringen in ihre Werkstatt (...), während, daß es euch gelingen werde, ungestraft die furchtbaren Geheimnisse jener Untiefen, die dem menschlichen Auge unerforschlich, zu erschauen.«³³

Bilder sehen

Aufstieg und Niedergang der wissenschaftlichen Mikroskopie waren nicht in erster Linie Sache des Fortschritts im Instrumentenbau. Sie waren abhängig vom naturwissenschaftlichen Weltbild der Zeit und vom Status, den man dem Instrument und den damit generierten Bildern zuerkannte. Historiker haben gezeigt, dass bereits im 18. Jahrhundert viel leistungsfähigere und weniger mit Abbildungsfehlern behaftete Mikroskope hätten gebaut werden können, wenn man diese tatsächlich als verlässliche Hilfsmittel wissenschaftlicher Naturerkenntnis angesehen hätte. Bis ins frühe 19. Jahrhundert blieb das Mikroskopieren – von Ausnahmen abgesehen – ein Zeitvertreib für Amateure, die sich am Formenreichtum der Natur ergötzen, um daraus Erbauung und Sinnstiftung zu erfahren.

Erst mit der entschiedenen Absage an die Wahrheit der Bilder, mit dem bewussten Verzicht, sich die Wirkursachen der Natur nach Art menschlicher Hebel- und Räderwerke vorzustellen, beginnt die Geschichte der Mikroskopie als eine Wissenschaft, die über ihre methodologischen und epistemologischen Grenzen reflektiert und dabei nicht nur Funktionsweise und Verlässlichkeit von Instrumenten zur Generierung empirischer ›Sachverhalte‹ verhandelt, sondern auch den Status und die Glaubwürdigkeit von Akteuren und Institutionen.³⁴

Dass Instrumente tatsächlich Wissen von der Natur produzieren können, ist alles andere als trivial. Die eingangs aufgeworfene Frage, was es heißt, die Natur zu erkennen und welche Rolle Bilder und Anschauung im Prozess der wissenschaftlichen Erkenntnis spielen, zeigt am Beispiel der frühneuzeitlichen Mikroskopie, dass die Antwort komplexer ist als das »Ich dachte mir, Sie schauen einfach durch das Fernrohr und überzeugen sich?« des Brechtschen Galilei. Zwar ist wissenschaftliche Erkenntnis seit der Frühen Neuzeit im typischen Fall instrumentell gewonnene Erkenntnis, das Auge das traditionell höchste der menschlichen Sinnesorgane, und das Mikroskop – neben dem Teleskop – das erste der modernen bildgebenden Instrumente. Aber Instrumente sind eben keine neutralen Röhren, bei denen man auf der einen Seite hineinschaut und auf der anderen Seite ›die Natur‹ erkennt. Natur erschließt sich eben nicht im ›einfachen Hinschauen‹ wie im Brechtschen Theaterstück und noch nicht einmal im ›genauen Hinschauen‹ mit Hilfe des Mikroskops. In dieser Hinsicht unterscheiden sich die fehlerbe-

33 Ernst Theodor Amadeus Hoffmann, »Meister Floh: Ein Märchen in sieben Abenteuern zweier Freunde 1822«, in: ders., *Späte Werke*, München 1965, S. 675–814, hier 811.

34 Vgl. dazu Jutta Schickore, *The Microscope and the Eye: A history of Reflections, 1740–1870*, Chicago 2007.

hafteten Bilder der Frühen Neuzeit nicht von den viel raffinierteren Ergebnissen modernster bildgebender Verfahren. Gemeinsam ist beiden die Transformation unsichtbarer epistemischer Dinge in ›epistemische Bilder‹ als Methode der Produktion von wissenschaftlichem Wissens. Doch wissenschaftliche Legitimität und Bedeutung erlangen solche instrumentell erzeugten Bilder nicht durch Referenz auf Natur, sondern immer erst als Resultat komplexer Bewertungen, deren Kriterien sich nicht auf die technisch-wissenschaftlichen Verfahren der Visualisierung reduzieren lassen, sondern auch so grundsätzliche epistemologische und anthropologische Fragen aufwerfen, wie sie bereits im Kontext des ›Iconic Turn‹ der frühneuzeitlichen Naturforschung diskutiert wurden.