

Die Form des Wassers. Korpuskularphilosophische Imaginationen des Fluiden im Venedig des 17. und 18. Jahrhunderts

Abstract Zittel's article examined the corpuscular theories based on the natural philosophy of Lucretius, which were the subject of controversial debate in the 17th century. They held the conviction that all natural things consisted of atoms that moved chaotically and randomly like »fluttering moths«. This meant that the previously valid assumption that matter was primarily a solid substance could be put into perspective if not detached and replaced by the conviction of its fluidity. And as controversial as the cause of the continuous movement of the corpuscles was discussed, their visibility was also debated. However, the diverse book illustrations of the treatises published on this subject before 1700 show the importance that images of all things were to have in the circulation of this theory, which was accompanied by detailed justifications and re-evaluations. Whether it was editions of Lucretius' *De natura rerum*, Descartes' treatise *Les Météores* or Guglielmini's treatise *Della natura de' fiumi*, which was based on empirical observations. The latter was the first professor of hydrometry and the founder of crystallography. A renowned specialist, thus had the last word in an important natural philosophical discourse of the 17th century, whose potential for art history has yet to be explored.

Die Form des Wassers. Korpuskularphilosophische Imaginationen des Fluiden im Venedig des 17. und 18. Jahrhunderts

Fließendes begrifflich feststellen zu wollen, mutet paradox an. Friedrich Nietzsche sah gar das instabile Fluide in symbolischer Opposition zum System der Wissenschaft überhaupt, als er ironisch dem »Baugenie« des Menschen Bewunderung zollte, da diesem »auf beweglichen Fundamenten und gleichsam auf fließendem Wasser das Auftürmen eines unendlich komplizierten Begriffsdomes gelingt«.¹ Doch schwebte der menschliche Geist nie über den Wassern. Seit jeher versuchte die Naturphilosophie auch das Fluide in ihren Begriffsnetzen einzufangen und sie gelangte dabei, je nachdem ob sie Elemente, Atome oder Korpuskeln als ontologische oder gnoseologische Ausgangsvoraussetzung annahm, zu sehr unterschiedlichen Vorstellungen. Nie gab es daher einen allgemeinen Konsens über die Form des Wassers und seine Ursachen, sondern es differierten die Auffassungen über die Beschaffenheit der Materie je nach epistemologischer Konstellation erheblich.² Konzepte des Fluiden sind fluide Konzepte. Im Laufe des 17. Jahrhunderts vollzog sich allerdings in der Naturphilosophie eine atomistische Revolution,³ in deren

- 1 Friedrich Nietzsche, Ueber Wahrheit und Lüge im aussermoralischen Sinne, in: Kritische Studienausgabe in 15 Bdn, hrsg. v. Giorgio Colli,azzino Montinari, München, New York 1980, Bd. 1, S. 882.
- 2 Vgl. dazu allgemein: Hartmut Böhme (Hg.), Kulturgeschichte des Wassers, Frankfurt am Main 1988, darin: Hartmut Böhme, Eine Einleitung, S. 7–42; Wolfgang Detel, Das Prinzip des Wassers bei Thales, S. 43–64; Kurd Lasswitz, Geschichte der Atomistik vom Mittelalter bis Newton (2 Bde.), Hamburg 1890; Christoph Lüthy, John Murdoch, William Newman (Hg.), Late Medieval and Early Modern Corpuscular Matter Theories (Medieval and Early Modern Philosophy and Science, Bd. 1), Leiden, Köln [u. a.] 2001.
- 3 Vgl. Christoph Meinel, Empirical Support for the Corpuscular Theory in the Seventeenth Century, in: Diderik Batens, Jean Paul van Bendegem (Hg.), Theory and Experiment: Recent Insights and New Perspectives on Their Relation (Synthese Library: Studies in Epistemology, Logic, Metho-

Folge die Fluida immens an Bedeutung gewannen, da sich nun immer stärker die bereits in der griechischen und römischen Antike vertretene Überzeugung durchsetzte, dass alles in der Natur als Werden und Fließen kleinster Partikelchen zu verstehen sei. Alles Feste sei Schein, alles fließe. Diese Einsicht musste Auswirkungen auf die Ingenieurskunst haben, aber auch auf die Bildenden Künste.

Die Wiederaufnahme des antiken Atomismus ging indes mit erheblichen Transformationen einher, insbesondere hinsichtlich der Auffassungen der besonderen Stofflichkeit der Materie und der Begründung, warum sich die Teilchen bewegen. Somit stellen sich sowohl für die ideengeschichtliche als auch kunsthistorische Forschung Fragen danach ein, inwieweit der Übergang von der antiken Elementtheorie zur frühneuzeitlichen Variante der Korpuskularphilosophie auch die Art und Weise prägte, wie man das Fluide imaginierte und bildlich veranschaulichte, die Bewegungen des Wassers erklärte, und das Verhältnis von Erkenntnis und empirischer Erfahrung der Stofflichkeit des Wassers neu austarierte.

Denn offensichtlich falsch ist die in landläufigen kulturhistorischen Darstellungen kursierende Annahme, dass es in der Frühen Neuzeit infolge der wissenschaftlichen Revolution zu einer sukzessiven Verdrängung des Flüssigen zugunsten des Festen gekommen sei.⁴ Der viel besungene Siegeszug des Cartesianismus⁵ und die mit ihm angeblich einhergehende mathematische Fundamentalismus der Wissenschaften

dology, and Philosophy of Science, Bd. 195), Dordrecht, Boston 1988, S. 77–92. Ders.: Early Seventeenth-Century Atomism: Theory, Epistemology, and the Insufficiency of Experiment, in: *Isis* 79 (1988) S. 68–103; Ders.: ›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, Heft 1 (1988), S. 1–18; Ugo Baldini, Il corpuscolarismo italiano del Seicento: Problemi di método e prospettive di ricerca, in: *Ricerche sul atomismo del Seicento*, Pubblicazioni del ‚Centro di Studi del Pensiero Filosofico del Cinquecento e del Seicento in Relazione ai Problemi della Scienza, 1,9, Florenz 1977, S. 1–76.

- 4 Siehe dazu auch den Call zu der diesem Band vorausgehenden Tagung. URL: http://www.dszv.it/wp-content/uploads/2021/09/2021-10-20_Flyer_Vom-Fliesen.pdf.
- 5 Wolfgang Detel, Einige Transformationen des aristotelischen Wissenschaftsbildes, in: Georg Toepfer, Hartmut Böhme (Hg.), *Transformationen antiker Wissenschaften*, Berlin [u. a.] 2010, S. 1–34, hier S. 16; Ders.: Descartes und der wissenschaftstheoretische Fundamentalismus, in: Wilhelm Friedrich Niebel, Angelika Horn, Herbert Schnädelbach (Hg.), *Descartes im Diskurs der Neuzeit*, Frankfurt am Main 2000, S. 230–258; Andreas Färber, *Die Begründung der Wissenschaft aus reiner Vernunft: Descartes, Spinoza und Kant*, Freiburg 1999.

ist eine retrospektive Projektion, die überblendet, dass seinerzeit vielmehr eine Pluralisierung, ja Verwilderung der Diskurse einsetzte, bei der, gerade auch unter maßgeblicher Beteiligung von Descartes, die Naturphilosophie des sublunaren Bereiches alles Feste auflöste.⁶ Im Reich der frühneuzeitlichen Korpuskularphilosophie und des Atomismus herrschte – und dies nicht zuletzt in den Augen ihrer theologischen Gegner – Zufall und Chaos.

Die Korpuskularphilosophie präsentierte sich entsprechend keineswegs als einheitliche Bewegung; es gab materialistische, teleologische, animistische (Robert Boyle), vitalistische (Giordano Bruno) und mechanistische Ansätze (René Descartes) sowie Kombinationen derselben (Pierre Gassendi). Die atomistische Grundidee bestand darin, eine begrenzte Anzahl von kleinen Elementbausteinen unterschiedlicher Formen anzunehmen, aus denen sich die Natur – wie Buchstaben in einem Alphabet – zusammensetzt wobei strittig blieb, ob und wenn ja wie viele Teilchen sich noch nach den Elementen klassifizieren lassen, wie die atomare Textur der Körper beschaffen sei, ob die Teilchen unendlich teilbar sind oder nicht (denn nur im letzten Fall wären es Atome), und was ihre Bewegung verursacht.⁷ Diese Fragen zogen weitere, ebenso fundamentale Fragen nach sich: Waren für die Bewegung materialistische, mechanistische, oder vitalistische Prinzipien ursächlich? Sind diese Prinzipien apriorisch gültig oder nur aposteriorische Hypothesen? Gerät man mit der Korpuskularphilosophie in atheistische Gefilde oder ist sie mit der christlichen Religion versöhnbar?

Verknüpft mit den verschiedenen Basisannahmen über die einzelnen Teilchen waren jeweils spezifische Vorstellungen über deren Verbindungsformen, etwa hinsichtlich der Zusammensetzung des Wassers, seinen

6 Vgl. dazu: Claus Zittel, *Theatrum philosophicum. Descartes und die Rolle ästhetischer Formen in der Wissenschaft*, Berlin 2009; Ders.: *Schneekristalle, Wind und Wolken: Zum Zusammenspiel von Beobachtung, bildlicher Konzeption und wissenschaftlicher Erklärung in Descartes' Die Meteore*, in: Alessandro Nova, Tanja Michalsky (Hg.), *Wind und Wetter: Die Ikonologie der Atmosphäre (Studi e Ricerche, 5)*, Venedig 2009, S. 117–146.

7 Lasswitz 1890 (wie Anm. 2), Bd. 1; Monte Johnson, *Atomismus*, in: Friedrich Jaeger, Georg Eckert, Ulrike Ludwig, Benjamin Steiner und Jörg Wesche (Hg.), *Enzyklopädie der Neuzeit Online*, Berlin 2019, URL: https://referenceworks.brillonline.com/entries/enzyklopaedie-der-neuzeit/*-COM_242655#COM-242696 (letzter Zugriff 12. Februar 2023); Christoph Lüthy, *Atomism in the Renaissance*, in: Marco Sgarbi (Hg.), *Encyclopedia of Renaissance Philosophy*, Cham 2018, URL: https://doi.org/10.1007/978-3-319-02848-4_252-1 (letzter Zugriff 11. Februar 2023).

Gestalten und Bewegungsarten. Deren mögliche Wechselwirkungen mit Bildprogrammen in Malerei und Wissenschaft sind allerdings ein noch weitgehend unbekanntes Feld, für dessen Erkundung im Folgenden einige Winke gegeben werden sollen.

Zu vergegenwärtigen ist zunächst, dass die Korpuskulartheorie dazu zwingt, eine ontologische Differenz zwischen der wahrnehmbaren Welt und der unsichtbaren Mikrowelt anzuerkennen. Man kann zwar mit dem Mikroskop die Sinne verlängern, und einige Naturphilosophen, wie etwa Francis Bacon, hofften, mit dessen Hilfe auch Atome sehen zu können,⁸ doch die meisten Anhänger der Korpuskularphilosophie wiesen dies als Illusion zurück, da die kleinsten Teilchen nur erschlossen oder hypothetisch angenommen und imaginiert werden könnten. Die Frage also, auf welcher subtilen materiellen Grundlage die sichtbare Welt ruht, wurde zur Wasserscheide für die unterschiedlichen naturphilosophischen Strömungen.

Der Chorismos zwischen wahrnehmbarer und unsichtbarer Teilchenwelt machte es erforderlich, besondere Lösungen für die Visualisierungen der Korpuskeln zu ersinnen, etwa Brückenschläge qua Analogien vorzunehmen oder sich plausible Imaginationen auszudenken. Um das Spektrum der Möglichkeiten, wie im 17. Jahrhundert in Europa Elemente, Atome und Korpuskeln als Fluida vorgestellt und anschaulich vermittelt werden konnten, in den Blick zu bekommen, ist es nötig die Perspektive zu erweitern.

Zur ersten Orientierung können die verschiedenen Darstellungen der wirkmächtigen Lehre des Lukrez gelten,⁹ über die vor allem der epiku-

⁸ Meinel 1988 (wie Anm. 3), S. 8–9 unter Verweis auf Bacon, *Novum Organum*, II. 38, S. 306–307.

⁹ Zur Ikonographie der Lukrez-Ausgaben siehe: Marco Beretta, *Immaginare Lucrezio. Note storiche sull' iconografia lucreziana*, in: Marco Beretta, Francesco Citti, Alessandro Iannucci (Hg.), *Il culto di Epicuro: Testi, Iconografia, paesaggio* (Biblioteca di Nuncius, 75), Florenz 2015, S. 193–225; Gavina Cherchi, *Simulacra Lucretiana: The Iconographic Tradition of Lucretius' De Rerum Natura*, in: Philip R. Hardie, Valentina Prosperi, Diego Zucca (Hg.), *Lucretius Poet and Philosopher: Background and Fortunes of De Rerum Natura* (Trends in Classics – Supplementary Volumes, 89), Berlin, Boston 2020, S. 339–380. Zur Darstellung von Atomen grundlegend: Christoph Lüthy, *The invention of Atomist Iconography*, in: Wolfgang Lèfevre, Jürgen Renn, Urs Schoepflin (Hg.), *The Power of Images in Early Modern Science*, Basel [u. a.] 2003, S. 117–138.



Abb. 1: John Evelyn (1620–1707), An Essay on the First Book of T. Lucretius Carus De Rerum Natura. Interpreted and Made English Verse by J. Evelyn Esq. London 1656. Entworfen von Mary Evelyn, gestochen von Wenceslaus Hollar.

reische Atomismus¹⁰ von der Antike in die Frühe Neuzeit einwanderte (Abb. 1).

Das von Mary Evelyn entworfene und von Wenceslaus Hollar gestochene Frontispiz zu John Evelyns Essay über das 1. Buch von *De rerum natura* aus dem Jahr 1656,¹¹ bleibt ganz konventionell und präsentiert lediglich die Personifikationen der vier Elemente Feuer, Luft, Wasser und Erde, darüber Diana als Allmutter der Natur, aus deren vielen Brüsten Milch herausspritzt. Atome sehen wir hier keine (Abb. 2).

¹⁰ Zur Lukrez-Tradition vgl. Alfred Stückelberger: Lucretius reviviscens. Von der antiken zur neuzeitlichen. Atomphysik, in: Archiv für Kulturgeschichte 54 (1972), S. 1–25.

¹¹ John Evelyn, An Essay on the First book of T. Lucretius Carus *De rerum natura*. Interpreted and made English verse by J. Evelyn, Esq. London 1656.

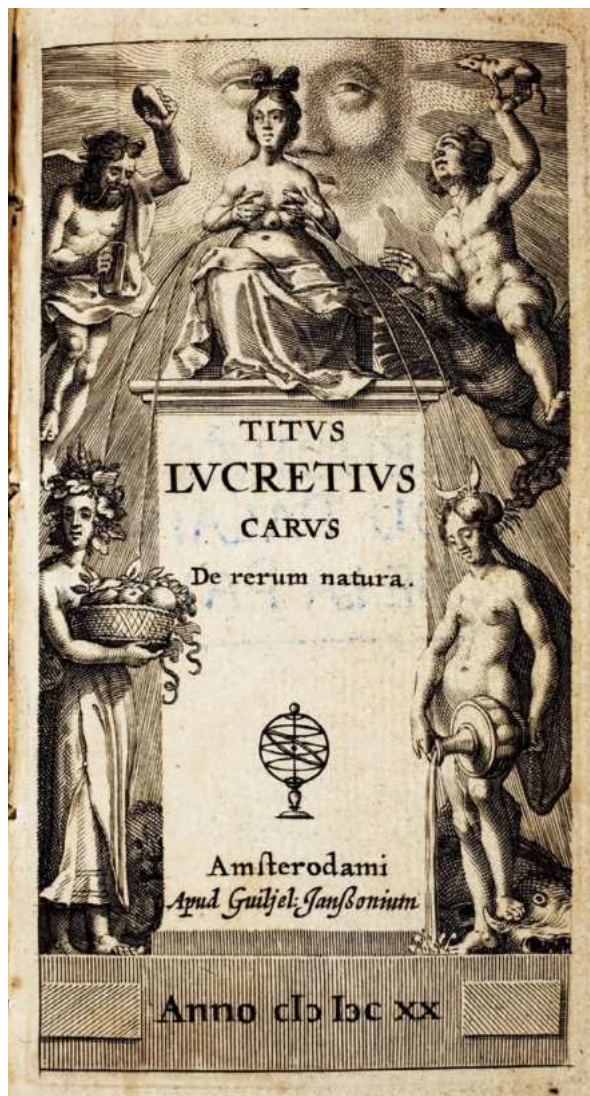


Abb. 2: Lukrez, De rerum natura, Amsterdam 1620.

Vergleicht man dieses Frontispiz mit jenem der früheren lateinischen Amsterdamer Ausgabe von 1620, vom dem es offenkundig die Ikonographie übernimmt, tritt ein programmatischer Unterschied markant zutage. Eine zweite Darstellungsebene ist eingezogen: Wir sehen zwar auch hier, wie sich Milch aus den Brüsten der von den vier empedokleischen Elementen flankierten Diana als Mutter Natur auf die Personifikationen der Erde und des Wassers ergießt, doch zugleich strömen feine Partikelchen von der Sonne her herab. Die allegorische Darstellung der Fruchtbarkeit im Überfluss der Natur wird hier als vereinfachende makroskopische Veranschaulichung der tatsächlichen Wirkungen eines unsichtbaren Materiestroms entschlüsselt.

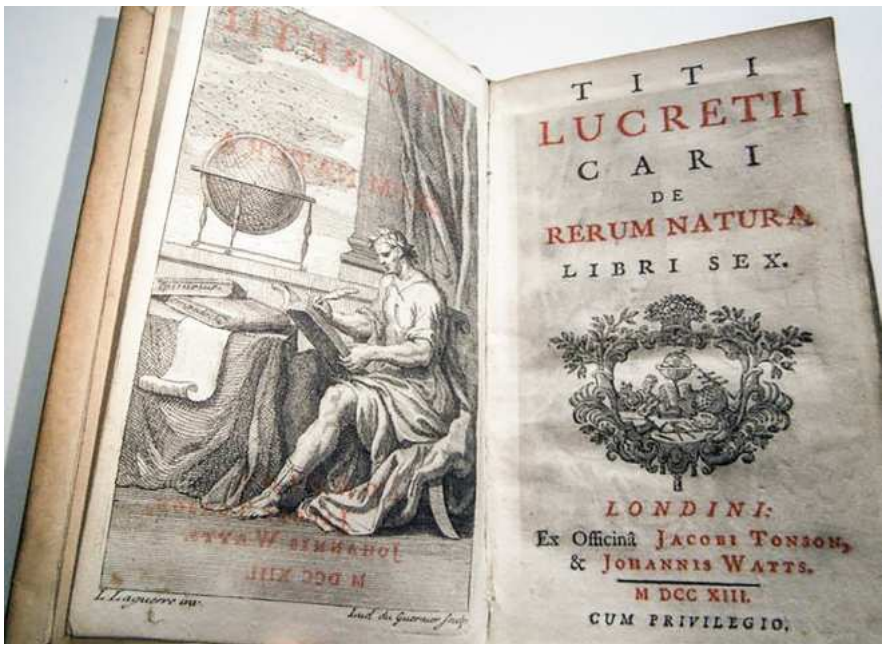


Abb. 3: Titus Lucretius Carus, *De rerum natura libri sex*, hg. von Michael Maittaire, Ex officina Jacobi Tonson & Johannis Watts, London 1713. Zeichner: Louis Laguerre, Stecher: Louis Du Guernier (1677–1716).

An die Stelle allegorischer Verweise rückt auf dem Frontispiz zu Maittaires späterer Londoner Ausgabe von *De rerum natura* (1713)¹² die direkte Referenz auf die Lehren des Lukrez. Auf ihm sehen wir den am Schreibtisch sitzenden Lukrez, wie er sein poetisches Manifest unter Rückgriff auf die Bücher von Empedokles und Epikur verfasst. Auf der Fensterbank steht ein Modell des Universums, das den Blick auf den offenen, von herumflatternden Atomen gezeichneten Himmelsraum verstellt. Lukrez hatte an einer berühmten Stelle seiner Schrift (in Buch II von *De rerum natura*) davon gesprochen, dass wir uns die Atome wie flatternde Motten vorstellen können, die nachts im Lichtstrahl sichtbar werden. Das Wort »casus« ist unter den Wolken zu lesen und dort also tummeln sich ohne Ordnung die sich chaotisch bewegenden Teilchen. Der muskulöse Lukrez schaut nicht hinaus, er imaginiert seine Lehre allein aus der Schrift (Abb. 3).

Ganz anders noch hatte das Frontispiz zu Thomas Creechs englischer Ausgabe von 1683 den gleichen Sachverhalt veranschaulicht, – es musste jeden Lukrez-Kenner befremden (Abb. 4).

In freier Natur sitzt der mit Lorbeer bekränzte Lukrez auf hartem Fels, in der einen Hand ein Büchlein auf seinem Schoß haltend, mit der ande-

12 Titus Lucretius Carus, *De rerum natura libri sex*., hg. von Michael Maittaire, Ex officina Jacobi Tonson, Johannis Watts, London 1713.

Abb. 4: Titus Lucretius Carus, His Six Books of Epicurean Philosophy, Done into English Verse, with Notes, trans. by Thomas Creech, London³1683. Kupfertitel, Idee von Thomas Creech, gezeichnet und gestochen von Michael Burghers.



ren auf den Strahl der Sonne weisend, während seltsames Getier zu seinen Füßen lagert. Wenn wir auch hier annehmen, dass die Punkte, die man von der Sonne herabfließen sieht, sich auf die in den Lichtschächten tanzenden Motten beziehen, dann passt die Analogie nicht mehr. Die Motten selbst sind bei Lukrez ausdrücklich keine Atome, sondern lediglich *rei simulacrum et imago ante oculos semper nobis versatur et instat* (2,113), Hilfsmittel, die uns helfen, uns Atome vorzustellen. Wie Christoph Lüthy in seiner luziden Deutung dieses Frontispizes bemerkt hat, wird auf ihm eher die cartesische Korpuskulartheorie, auf die Creech im Übrigen häufig verweist, veranschaulicht, derzufolge die kleinen Teilchen in der Sonne entstehen. Wir sehen sie hier nicht flatternd, sondern in einem direkten Strom, der das instantane Ausbreiten der Lichtpartikel veranschaulicht, auch das eine Lehre des Descartes. Das Wort *casus*, Zufall, auf einem Ring um die schwarze Sonne, verweist sowohl auf die Leugnung der endgültigen und wirksamen Kausalität in der Natur durch die Atomisten als auch auf die Entstehung natürlicher Körper aus den zufälligen Zusammenstößen von sich bewegenden Atomen. Das war die schwächste Seite von Epikurs

Lehren und erst Descartes hat hier eine befriedigende Erklärung gegeben – zugleich aber verweist die schwarze Sonne auf die Tradition der Melancholie und die Alchemie,¹³ die ebenfalls Erklärungen für die Entstehung der Elemente lieferten. Diese werden, wie wohl auch die cartesische Theorie, als Verbesserung der im folgenden Buch dargestellten Lukrezischen Lehren eingeschmuggelt. Dann aber repräsentierten die kleinen Punkte keine Atome, sondern die nach Descartes unendlich teilbaren Korpuskeln.

Mattaire hatte offensichtlich dieses Frontispiz gekannt, denn seine Bildlösung nimmt die Neuerungen Creechs wieder zurück und veranschaulicht erneut die aus cartesischer Sicht überholte Lehre des Lukrez. In diesem Ringen um die adäquate zeitgenössische Veranschaulichung der alten Lehren des Lukrez manifestieren sich die grundsätzlich verschiedenen Haltungen des antiken und modernen Atomismus. Kurd Lasswitz erhellt in seiner bis heute unübertroffenen Darstellung die Unterschiede so:

»Die gesamte Bewegungslehre des Altertums ist ihrem Wesen nach phoronomisch; die räumliche Bewegung ist lediglich Ortsveränderung und hat keinen intensiven Charakter. Allerdings sollen die Atome Demokrits Wirkung ausüben, sie stoßen aufeinander und erzeugen dadurch die Wirbel der Weltentstehung. Aber diese Wirkung tritt aus dem Charakter des Phoronomischen nicht heraus, sie bleibt lediglich Ortsveränderung der Substanzen in dem ideellen Anschauungsfelde eines stillschweigend hinzugedachten Zuschauers. Die Realität wird gegründet auf die Substantialität der unveränderlich gedachten Atome, nicht auf die Gesetzlichkeit der Bewegung.«¹⁴

Entscheidend ist also der Wechsel vom Substanzdenken hin zu einem dynamischen Verständnis des Bewegens und Fließens der Dinge. Im 17. Jahrhundert vollzieht sich allmählich der Übergang von organischen zu mechanischen Konzepten. Da die organischen Konzepte die Natur als beseelt vorstellten, wurden die in ihr wirkenden und die Bewegung antreibenden Kräfte nicht in dieser Bewegung selbst, sondern in einer immateriellen seelenartigen Substanz gesucht, einem göttlichen Geist. In der mechanistischen Philosophie indes wird die Bewegung selbst zur Realität und ist aus sich heraus materiell zu erklären. Diese Erklärungen erschöpfen

13 Vgl. dazu Cherchi 2020 (wie Anm. 11), S. 345–346.

14 Lasswitz 1890 (wie Anm. 2), Bd. 2, S. 4

sich keineswegs in der im Übrigen erst bei Robert Boyle vorgenommenen Gleichsetzung der Welt mit einer Maschine. Insbesondere bei Descartes treffen wir auf eine sich mechanistisch nennende Korpuskularphilosophie, die nicht auf Strukturen und Modelle, sondern auf das Fluide setzt – bei Thomas Hobbes schließlich, das sei nur nebenbei erwähnt, wird die Fluidität eines »materiell erfüllten Kontinuums«¹⁵ sogar als ein Urphänomen vorausgesetzt. Er entwickelt *expressis verbis* eine regelrechte Fluiditätstheorie, die postuliert, dass alle Partikelchen in ihrer Gesamtheit betrachtet eine Flüssigkeit darstellen.

Wie bereits notiert, nimmt die neuere Korpuskularphilosophie an, dass die Natur aus vielen kleinen Teilchen zusammengesetzt ist. Diese kleinen Teilchen sind jedoch nicht einfach kleine Kopien der großen Teilchen, sondern hypothetisch imaginierte, abstrakte Gebilde. Die sichtbare Körperwelt setzt sich also aus kleinsten Korpuskeln zusammen, welche – ich zitiere nochmals Lasswitz –

»sich von den sinnlich wahrnehmbaren Körpern dadurch unterscheiden, dass ihnen nicht alle sinnlichen Eigenschaften zukommen, sondern nur solche Eigenschaften, welche zur Konstituierung des Körperlichen unentbehrlich erscheinen. Dadurch erzeugt sie eine wertvolle Vereinfachung der Erklärungen, indem die Mannigfaltigkeit der empirischen Qualitäten wesentlich reduziert wird. Die korpuskularen Theorien verlegen keineswegs, wie man häufig behauptet hat, die Erklärung der Körperwelt nur um eine Stufe zurück, indem sie selbst wieder Körper voraussetzen, sondern sie fördern das Problem der Materie in der That; denn was sie ihren Ausführungen zu Grunde legen, das sind nicht Körper, wie sie die sinnliche Erfahrung bietet und wie sie eben erklärt werden sollen, sondern es sind Abstraktionen aus der sinnlichen Körperwelt, ein Produkt des Denkens, für welches zwar der Name des Körpers beibehalten ist, das jedoch in der sinnlichen Erfahrung nicht existiert. (...) Die Korpuskulartheorie bedeutet daher selbst im bloß physikalischen Interesse mehr als eine Hilfshypothese. Sie (...) ist so eng verknüpft mit der allgemeineren Aufgabe der Theorie der Materie, daß sie überall auf tiefer liegende Fragen zurückweist und einen philosophischen Charakter annimmt.«¹⁶

15 Zitiert nach Lasswitz (wie Anm. 2) Bd. 2, S. 224.

16 Ebd., Bd. 1, S. 4.

Genau das lässt sich bei Descartes aufzeigen. Das visuelle Programm der Korpuskularphilosophie wurde nun ausgerechnet von jenem Philosophen entwickelt, der als größter Bilderfeind in der Geistesgeschichte verschrien ist. In seiner Schrift über die Meteore brach Descartes radikal mit dem aristotelischen Paradigma der Erklärung von Himmelsphänomenen, das substantielle Eigenschaften der jeweiligen Körper als ursächlich für deren Veränderungen und Wirkungen annahm. Descartes ersetzte diesen Erklärungstyp durch eine mechanistische Theorie, der zufolge alle Phänomene einzig auf der *hypothetischen* Grundlage von Gestalt und Bewegung von einer Sorte von Materieteilchen und deren Kombinationen zu begreifen seien. Descartes nennt das imaginäre Zerlegen der Gegenstände in elementare Formen und das Kombinieren mit diesen »konkrete Geometrie« und diese sei rein philosophisch, nicht mathematisch.¹⁷ Er stellt Gestalt-Hypothesen darüber auf, wie die imaginierten Elementarformen aussehen müssten, damit sie als Erklärungen taugen:

»Ich nehme als erstes an, daß das Wasser, die Erde, die Luft und all die anderen Körper, die uns umgeben, aus vielen kleinen Teilchen von verschiedener Gestalt und Größe zusammengesetzt sind, die niemals so gut angeordnet noch so exakt miteinander verbunden sind, daß nicht zwischen ihnen viele Zwischenräume blieben. Und ich unterstelle, daß diese Zwischenräume nicht leer sind, sondern mit jener überaus feinen Materie ausgefüllt sind.«¹⁸

Wasserteilchen zum Beispiel seien lang und glitschig wie kleine Aale, weshalb sie sich nicht dauerhaft verbinden, Erdteilchen astförmig, sie verhalten sich fester, und bilden auf diese Weise harte Körper und so weiter.¹⁹ Einzig aus der hypothetisch angenommenen Morphologie der einzelnen Teilchen und ihrer Kombinationen soll der ganze Aufbau und die Entstehung der Natur mit Hilfe bildhafter Ähnlichkeitsbeziehungen »deduziert« werden. Descartes imaginiert zu diesem Zweck ein gigantisches Panorama von unterschiedlichen mikro- und makrophysikalischen Teilchenformationen und -kollisionen, das er mit vielen Abbildungen, kühnen Analogien

17 Brief an Mersenne vom 27. 07. 1638, AT II, S. 268.

18 René Descartes, *Les Météores/Die Meteore*. Zeitsprünge: Forschungen zur Frühen Neuzeit 10, hg. v. Claus Zittel, Frankfurt am Main 2006, S. 35; René Descartes, *Œuvres de Descartes*, hrsg. Ch. Adam & P. Tannery, 11 Bd., Paris ²1971–75. (= AT), AT VI, S. 233.

19 Ebd.

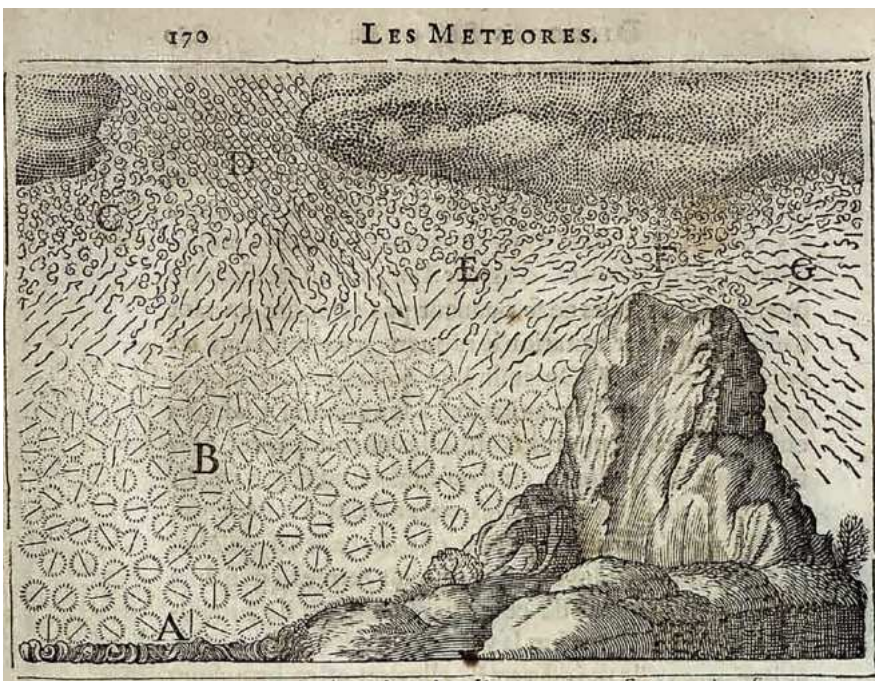


Abb. 5: Rotierende Wasserteilchen. Descartes, Frans van Schooten, *Les Météores* (wie Anm. 18), S. 52, Erstdruck 1637, S. 168.

und Metaphern veranschaulicht. Grundlegend für seine Bilderfindungen ist gleich die erste Abbildung im zweiten Diskurs von *Les Météores* (Abb. 5):

Das Bild operiert auf zwei Erklärungsebenen zugleich und vollzieht dabei den Übergang von der sichtbaren zur unsichtbaren Welt. Realistisch werden eine Felsformation und zwei Wolken wiedergegeben, die seltsamen Striche und gepunkteten Kreise jedoch sollen vermitteln, wie sich die länglichen Wasserteilchen in unterschiedlichen räumlichen Situationen verschieden bewegen. Unten, im durch die Letter A gekennzeichneten Bereich des Bildes, sind die Teilchen in solcher Bewegung, dass sie sich biegen und miteinander verflechten, wodurch sie den Körper des Wassers bilden. Bei B haben sie Freiraum, um mit großer Geschwindigkeit zu rotieren und die Form des Dunstes anzunehmen. In der Region um D werden die feinen Materieteilchen in ihrer Bewegung indes so abgebremst, dass sie ihre langgestreckte Form verlieren. Langsamer werden die Teilchen auch bei E, wo sie unter einer Wolke eingeklemmt sind und sich nicht recht ausdehnen können. Die gestrichelt gezeichnete Kreisform kommt den Teilchen nicht als solche zu, sondern ergibt sich aus der Bewegung. Darüber hinaus seien die an den Punkten B, E und F dargestellten Dünste transparent²⁰ und nicht von der restlichen Luft mit dem Auge zu unter-

scheiden. Der Dunst bei C hingegen beginnt undurchdringlich und undurchsichtig zu werden, weil seine Teilchen sich nicht dem Fluss der feinen Materie fügen. Wenn jedoch der Strom der feinen Materie viele Teile zusammen in eine Richtung treibt, drehen sich die Partikel »nicht so stark wie üblich, was Sie bei F sehen, wo sie beim Verlassen des Raums E, den Wind G erzeugen.«²¹

Da Descartes zufolge das ganze Universum vollkommen von feinen Materieströmen erfüllt ist, die so winzig sind, dass sie auch alle vermeintlich festen Körper durchdringen können, bedeutet dies, dass auch die »realistisch« anmutenden Felspartien Teil des allgemeinen Materieflusses sind. Folglich ist das, was wir real sehen oder fühlen, zum Beispiel Härte, Wärme oder Farben, eine Illusion. Hingegen zeigt das, was diagrammatisch dargestellt ist, wie es wirklich zugehen könnte, wenn auch nur hypothetisch. Die schematischen und realistischen Darstellungspartien stehen sich also weder gegenüber noch ergänzen sie einander, sie veranschaulichen vielmehr einen fließenden, graduellen Übergang von sich formierender Materie. Descartes Erklärung ist daher *antisubstantialistisch*, das heißt, er geht nicht davon aus, dass Farbe oder Härte einem Gegenstand als Eigenschaft innewohnen, sondern diese Eigenschaften sind Effekte von Bewegungen, in welche die Teilchen aufgrund ihrer Gestalt unter gegebenen Umständen versetzt werden.

Descartes' Bild offeriert gleichsam einen Röntgenblick auf das fluide Geschehen, das sich unter und auf der sichtbaren Oberfläche der Natur ereignet. Das Bild lehrt, die Natur zu dechiffrieren, Natur anders zu betrachten, sie mit dem Auge analytisch zu zerlegen, doch nicht in Strukturen, sondern in sich bewegende und sich transformierende Teilchenformen.

Dünste, die sich ausdehnen, erzeugen Winde, Dünste, die sich verdichten, hingegen Wolken; der nächste Diskurs des Meteor-Essays widmet sich folgerichtig der Wolken- und Nebelbildung. Descartes versucht nun, eine Art Film vor dem Film zu zeigen, indem er einzelne Stadien der Wolkenbildung nacheinander vorführt. Auch hier ist wiederum die Grundannahme, dass die Sichtbarkeit oder Unsichtbarkeit der Luft von der Bewegungsgeschwindigkeit ihrer Teilchen abhängt. Dünste können also entweder unsichtbarer oder sichtbarer werden, je nachdem wie schnell sich ihre Teilchen bewegen und welche Verbindungen sie eingehen. Am wenigsten sichtbar sind vereinzelt und schnell durch die Luft fließende Teilchen, die das Licht ungehindert durchdringt. Verlangsamten sich die Teilchen und

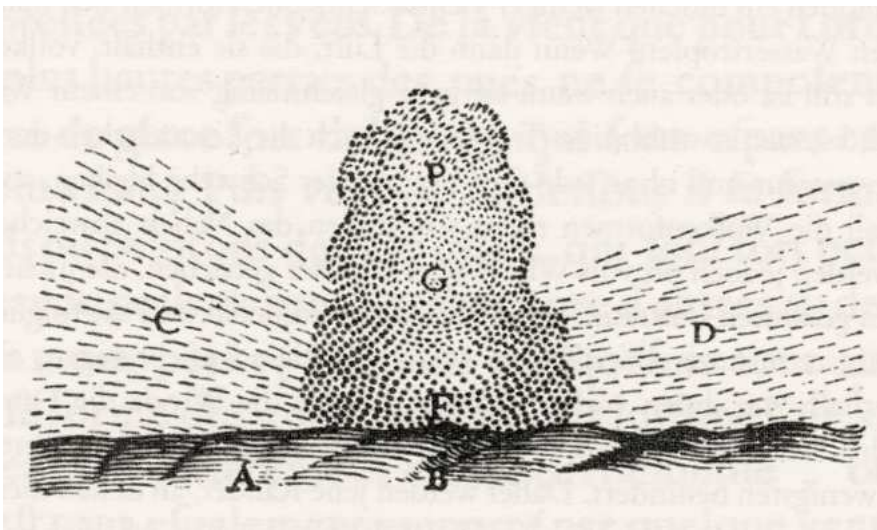


Abb. 6: Wolkenbildung. Descartes, Frans van Schooten, *Les Météores*, (wie Anm. 18), S. 138 [ED, S. 211].

kommen miteinander in Berührung, vereinigen sie sich zu Wassertropfen oder Eisstückchen, »die selbst wenn sie durchsichtig sind, dennoch durch ihre Oberfläche Lichtstrahlen reflektieren und so sichtbar werden.«²² Je langsamer die Bewegung, desto mehr Teilchen verbinden sich, die Masse wird undurchsichtiger und folglich immer sichtbarer. Die sich rotierend zu Wassertropfen verbindende feine Materie formt die Tropfen rund. Das folgende Bild veranschaulicht einen solchen Verdichtungsvorgang (Abb. 6).

Zunächst sehen wir eine sich von der Erde erhebende Dunstglocke, die aus rotierenden Teilchen besteht und von zwei gegenstrebigen Winden, C und D, in die Zange genommen wird. Genauer gesagt wurde dieser Dunst dadurch erzeugt, dass diese beiden Winde sich zunächst gegenseitig um den Raum FGP in Stillstand gebracht hatten, dort einige Dünste zu einer konfusen Masse kondensierten und während sich an diesem Ort ihre Kräfte ausbalancieren und ins Gleichmaß bringen, lassen sie die Luft dort ruhig und still werden. Eine solche dynamische Pattsituation hält indes nie lange an, die Winde weichen einander aus und ziehen auf verschiedener Höhe aneinander vorbei, wobei sie die Dunstmasse zerteilen und formen. Dies zeigt die nächste Abbildung (Abb. 7).

Dem Wind D ist es gelungen, seinen Kurs mitten durch den Dunst hindurch zu nehmen und sowohl diesen zu teilen, als auch den Wind C zu zwingen, unter G hinweg nah der Erde entlang seinen Kurs zu nehmen, wo er bei F die Dunsteilchen in Form von Tau auf die Erde niederfallen lässt. Die mittlere Wolke G wird durch beide Winde in die Länge gestreckt und

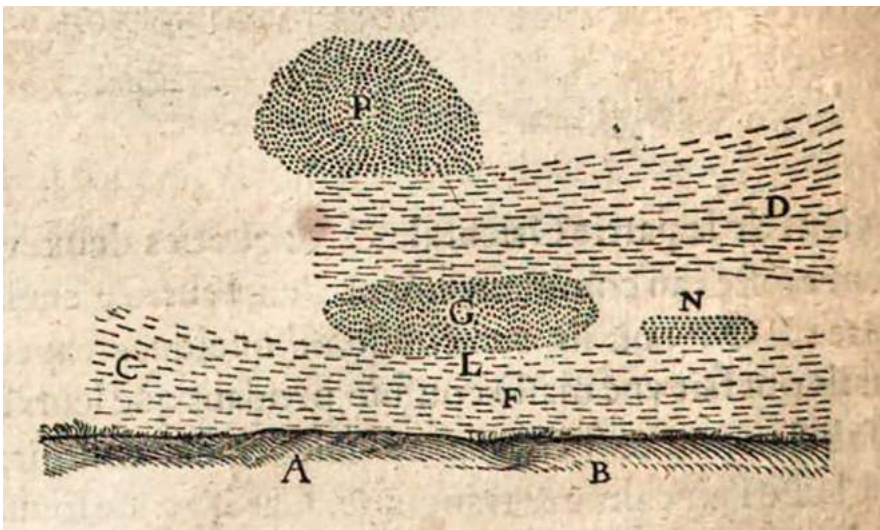


Abb. 7: Wolkenbildung. Descartes, Frans van Schooten, *Les Météores*, (wie Anm. 18), S. 140 [ED, S. 212].

die auf ihren Oberflächen sowie die auf der Unterseite von P befindlichen Eisplättchen werden zu Eiskristallen geschliffen.

Je nach Abstand von der Erde herrschen andere Temperaturen und entsprechend arrangieren sich die Eisteilchen je nach Wolkenstockwerk anders. Wie Descartes zeigt, bestehen Wolken aus verschiedenen Schichten, manche werden durch den Wind abgehobelt und bilden neue Wolken, wie N. Der Wind ist also hier als formende Macht, als Gestalter der Natur tätig, seine Teilchen nehmen andere Teilchenformationen gemeinsam unter Beschuss und verändern sie. Nicht nur die Form der Wolken, sondern auch die der Landschaft bekommt so eine Geschichte, die man nun mit eigenen Augen entschlüsseln kann.

Insbesondere die Abkehr von der aristotelischen Theorie der vier Elemente (Erde, Wasser, Luft, Feuer) als materiale Ursachen von Wetterphänomenen und die Einführung einheitlicher, dynamischer und korpuskularer Erklärungshypothesen für die unsichtbare Mikrostruktur von Luft und Wasser veränderte bereits circa 170 Jahre vor Luke Howards *Wolkenklassifikationen*²³ grundlegend die Vorstellung von der stofflichen Beschaffenheit einer Wolke oder von der Körperlichkeit der Luft und des Wassers und der sich aus diesen ergebenden Bewegungen. Descartes hat das Verständnis für die stoffliche Zusammensetzung der Liquide verändert und auch die Formierungsprozesse von Wolken oder Landschaften durch Teilchenströme transparent gemacht. Dies wirft die Frage auf, ob und inwieweit die ato-

23 Luke Howard, *On the modifications of clouds*, London 1804.



Abb. 8: Alvise Vivarini, Der lesende Hieronymus, Venedig, ca. 1476.

mistische Revolution sich auch in der Malerei bemerkbar machte oder vielleicht sogar Naturforschern durch Bilder von Malern, die sich durch genaue Naturstudien auszeichnen, Einsichten vermittelt oder Imaginationen ermöglicht wurden, auf die sie von alleine schwer gekommen wären. Ich will also keineswegs behaupten, dass es hier eine Einbahnstraße gab, denn es kann durchaus sein, dass die neuen Konzepte des Fluiden durch die Malerei vorbereitet wurden. So stoßen wir zuweilen zum Beispiel auf Wolkendarstellungen aus der Zeit vor Descartes, die auf ähnlichen Beobachtungen und Schlussfolgerungen zu beruhen scheinen (Abb. 8).



Abb. 9: Frontispiz zu: Oceanus macro-microscopicus, Philipp Jakob Sachs von Lewenheim, 1664, gestochen von Johann Friedrich Fleischberger.

Abgesehen von diesem frühen Beispiel hat Descartes den Malern seiner Zeit nicht allein Bildkonzepte angeboten, um die unsichtbare korpuskulare Beschaffenheit der Wasserteilchen vorstellbar zu machen, sondern auch den Illustratoren naturphilosophischer und hydraulischer Traktate. Sichten wir nun noch eine Serie von Traktaten, die nicht nur für die besondere Wissenskultur Venedigs von zentraler Bedeutung waren, sondern auch für eine allgemeine Ausdifferenzierung der das Fluide behandelnden Denkstile hilfreich sind, und so dazu beitragen können, den meist selektiv auf die englische Experimentalphilosophie ausgerichteten Blick der heute dominanten anglo-amerikanischen Wissenschaftsgeschichtsschreibung die Scheuklappen zu nehmen.²⁴

Im venezianischen Gefilde begegnen uns zunächst Illustrationen, die noch ganz auf traditionellen Elementvorstellungen beruhen (Abb. 9):

Auf dem von Johann Friedrich Fleischberger (1631–1665) gestochenen Frontispiz für Philipp Jakob Sachs von Lewenheim's (1627–1672) in Padua

²⁴ Vgl. dazu: Alberto Vanzo, Experiment and speculation in seventeenth-century Italy: The case of Geminiano Montanari, in: *Studies in History and Philosophy of Science* 56, 2016, S. 52–61.

entstandener und in Breslau 1664 gedruckter Dissertation *Oceanus macro-microcosmicus*²⁵ wird das Fließen der Dinge als ewiger Kreislauf im Mikro- als auch Makrokosmos postuliert. Zeitweilige Störungen, etwa wenn Vulkane ausbrechen oder Menschen zur Ader gelassen werden, wirken wie Ventile. Hinsichtlich der alten Analogie zwischen menschlichem Körper und Erde ist das Bild scheinbar neoplatonisch, tatsächlich aber aristotelisch, denn die gezeigte Bewegung ist kreisförmig, nicht weil sie die geometrische Figur eines Kreises beschreibt, sondern weil sie zu ihrem Ausgangspunkt zurückkehrt. Die Erde ähnelt dem menschlichen Körper insofern, als sie wie dieser von Kanälen durchzogen ist und ein inneres Feuer beherbergt. Das Meer lässt das Wasser durch Verdunstung aufsteigen und in Form von Regen zurückkehren, nährt so die Flüsse und die unterirdischen Gewässer, die schließlich dasselbe Wasser ins Meer zurückführen. Letzteres wirkt dabei nicht anders als das Herz, von dem aus das Blut zu den Organen fließt und in das es nach seiner Aufnahme und Assimilation durch die Organe abgeschwächt zurückkehrt. Es scheint, als werde auf dem Frontispiz William Harveys Blutkreislauflehre versinnbildlicht, doch es zeigt auch den durch diese obsolet gewordenen Aderlass, der entweder analog zum Öffnen von Schleusen von einem Arzt nah (*derivatio*) oder weit entfernt von der erkrankten Stelle (*revulsio*) vorzunehmen sei. Vielmehr wird immer noch die aristotelische Analogie zwischen dem unterirdischen Kanalsystem der Erde, durch das Winde und Flüsse ziehen, und dem Geäder des Körpers veranschaulicht. Hinsichtlich der Elementenlehre vertritt Sachs einen anti-atomistischen Aristotelismus, den er mit Harveys Blutkreislaufvorstellungen, die ihrerseits durchaus neoplatonischen Ideen folgen, zu einer seltsamen Mischung aus göttlich vorgegebener ozeanischer Naturordnung mit möglichen menschlichen Korrektur-Eingriffen kombiniert.

Wer sich wundert, dass noch so spät im 17. Jahrhundert die antike Elementtheorie in der Naturphilosophie präsent war, wird erst recht beim Anblick des allegorischen Frontispiz staunen, das der venezianische Maler Andrea Zucchi (1678–1740) für einen Traktat²⁶ stach, den der venezianische

25 Philipp Jakob Sachs von Lewenheimb, *Oceanus macro-microcosmicus seu dissertatio epistolica de analogo motu aquarum ex et ad oceanum, sanguinis ex et ad cor[porem]*, Breslau 1664.

26 Bernardo Trevisan, *Della laguna di Venezia.*, Venedig 1715. Zu Trevisan siehe: Anonymus: Venedig, in: *Neue Zeitungen von Gelehrten Sachen*. Auf das Jahr 1724, Leipzig, den 7. September (Leipziger Gelehrte Anzeigen), Leipzig 1724, S. 741–747 sowie Paolo Ulvioni, *Atene sulle lagune*: Bernardo Trevisan e la cultura veneziana tra Sei e Settecento, Venedig 2000.

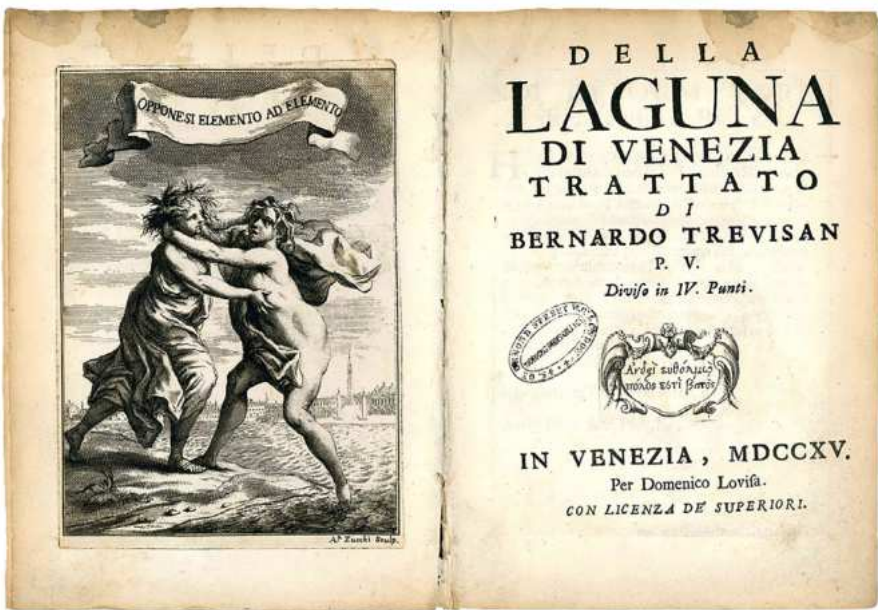


Abb. 10: Frontispiz zu: Della laguna di Venezia, Bernardo Trevisan, Venedig 1715.

Philosoph und Büchersammler Bernardo Trevisan (1652–1720) 1715 in Venedig publizierte. Es war die erste Monographie über die Lagune überhaupt, deren zweite, erweiterte Auflage bereits drei Jahre später erschien.²⁷ Trevisan wollte noch eine weitere umfangreiche Studie folgen lassen, hat diese aber nie realisiert (Abb. 10).

Wir sehen vor der Silhouette Venedigs die weiblichen Personifikationen der einander feindlichen Elemente Erde und Wasser miteinander kämpfen. Nicht immer entspricht eine programmatische Darstellung auf dem Titelpuffer dem Inhalt des nachfolgenden Traktates, im vorliegenden Falle spielt sie jedoch passend auf das naturphilosophische Fundament der Schrift an. Nachdem Trevisan ausführlich die geologischen Eigentümlichkeiten der Lagune beschrieben und auf zwei großen ausfaltbaren Kartentafeln veranschaulicht hat, sieht er sich am Ende seiner Schrift genötigt, auf die naturphilosophischen Ursachen der beobachteten Phänomene einzugehen. Er zitiert die führenden Naturphilosophen der Zeit: Galileo Galilei,²⁸ Francis Bacon und sogar den seinerzeit für Venedig wichtigsten Philosophen des Wassers, Giovanni Battista Guglielmini,²⁹ von dem noch die Rede sein wird, und er setzt eine Pointe: Dass all die menschlichen Eingriffe der Ingenieure die Situation in der Lagune nicht verbessert, sondern

²⁷ Bernardo Trevisan, *Della laguna di Venezia*, Edizione seconda riveduta e ampliata, Venezia 1718.

²⁸ Trevisan 1715, S. 104.

²⁹ Ebd., S. 116 und S. 118.

oft verschlechtert haben, weil sie eben nicht wie der Schöpfergott auf die Natur Einfluss nehmen könnten. Dieser habe die Elemente so geschaffen, dass die ihnen innewohnenden Eigenschaften und Tendenzen sie dazu disponieren, sich immer gegen die menschliche Kunst zu behaupten. Auch Trevisan vertritt einen aristotelischen Anti-Atomismus, doch anders als Sachs von Lewenheim geht er von einer providentiellen Naturordnung aus,³⁰ die durch menschliche Korrekturanstrengungen, wie das künstliche Einleiten von Flüssen und das Anlegen von Kanälen, nur zerstört werden kann. Daher solle man den ursprünglichen Zustand der Lagune wiederherstellen. Trevisans Traktat evoziert die Welt der antiken Element-Ideen, die er durch Verse Pindars und Ovids³¹ vergegenwärtigt und in ihrer zeitlosen Gültigkeit beschwört.³²

Im gleichen Jahr 1715 erschien in Venedig posthum ein bereits 1684 fertiggestellter Traktat des Astronomen, Linsenschleifers, Sozialökonom und Mathematikers Guglielmo Montanari (1633–1687).³³ Montanari war Professor für Mathematik, Astronomie und Meteore in Bologna und Padua, und entschiedener Vertreter der neueren Experimentalphilosophie.³⁴ Er gibt nun Erklärungen, die ganz ohne aristotelische oder platonische Metaphysik auskommen, und widerspricht sogar Galilei mit der Behauptung, dass die Gestalt der Korpuskeln die Viskosität von Flüssigkeiten bedinge. Beim Öffnen des Buches sieht man auf den ersten Blick, dass man eine ganz andere Welt betritt (Abb. 11).

Die Abbildung zeigt, welche Bewegungen im Wasser durch einen in die Lagune mündenden Strom hervorgerufen werden. Insbesondere für die Venezianer³⁵ war es überlebenswichtig, die Auswirkungen von Zuflüssen in

30 Vgl. dazu: Christian Mathieu, *Inselstadt Venedig: Umweltgeschichte eines Mythos in der Frühen Neuzeit*, Köln, Weimar, Wien 2007, S. 22–23.

31 Trevisan 1715, S. 105–106.

32 Ebd., S. 97–99.

33 Geminiano Montanari, *Discorso sopra la tromba parlante, aggiuntovi un trattato postumo del Mare Adriatico, e sua corrente esaminata, co la naturalezza di fiumi scoperta, e con nove forme di ripari corretta*, Venedig 1715. Online: <http://echo.mpiwg-berlin.mpg.de/MPIWG:V9RXR468>. Siehe außerdem die in die gleiche Richtung gehende Schrift von Giovanni Poleni (1683–1761). *De castellis per quae derivantur fluviorum aquae habentibus latera convergentia liber*. Padua: Giuseppe Comino, 1718.

34 Ivano Dal Prete, »Montanari, Geminiano«, in: *Dizionario Biografico degli Italiani*, 75 (2011), S. 1–15.

35 Zum gesamten Spektrum der venezianischen Hydraulik-Literatur grundlegend: Salvatore Ciriaco, *Building on the Water: Venice, Holland and the Construction of the European Landscape in Early Modern Times*, New York [u. a.] 2006.



Abb. 11: Geminiano Montanari, *Discorso sopra la tromba parlante, aggiuntovi un trattato postumo del Mare Adriatico, e sua corrente esaminata, co la naturalezza di fiumi scoperta, e con nove forme di ripari corretta*, Venedig 1715, S. 48.

die Lagune genau zu kennen, weil die in die Adria fließenden Flüsse Brenta und Adige den Schiffsverkehr gefährdende Sandbänke entstehen lassen. Zu untersuchen waren also die Wechselwirkungen zwischen Adria- und Flussströmungen an den Mündungsstellen. Montanari stellte fest, dass sich in der Regel immer rechts der Mündung Ablagerungen bilden, was er anhand der Abbildung, die das Einströmen eines Flusses zeigt, ausführlich expliziert.³⁶ Auf der Basis dieser genauen Beobachtungen über die Eigenschaften und Bewegungen einzelner Teilchen im Liquiden, schließt Montanari auf die Form der Korpuskeln, aus denen sie zusammengesetzt sein müssen. Insofern ist er Anhänger der cartesischen Physik, die ja ihrerseits auf genauer Beobachtung von Naturphänomenen und spekulativer Hypothesenbildung hinsichtlich der Effekte bestimmter Teilchengestalten fußt.³⁷ Insbesondere in seinem posthum gedruckten Traktat *Della Natura et uso degli atomi o sia corpuscoli appresso i moderni* (Über die Natur der Atome oder Korpuskeln)³⁸ hatte Montanari seine Naturphilosophie ausformuliert.

³⁶ Trevisan 1715, S. 73–74.

³⁷ Vgl. Zittel 2009 (wie Anm. 7), S. 117–146 und S. 329–332.

³⁸ Davide Arecco, Paolo L. Bernardini, Elisa Bianco (Hg.): Salvatore Rotta, Geminiano Montanari e altri studi di storia della scienza nella prima età moderna, Mailand 2020. Montanaris Traktat ist abgedruckt in: Maria Luisa Altieri, *Scienziati del Seicento*, Appendix, Bologna 1980.

Montanaris noch berühmterer Schüler Domenico Guglielmini (1655–1710)³⁹ wurde zum ersten Professor für Hydrometrie zuerst in Bologna und dann an der Universität Padua berufen. Guglielmini begründete die Kristallographie. Mit dem Mikroskop studierte er die Mikrostrukturen der Kristalle und stellte für deren Bildung erstmals Gesetzhypothesen auf. Sein Ruhm wuchs durch Mitgliedschaften in der *Royal Society* und der *Leopoldina*. In seinen Forschungen verband er Mathematik und Empirie, Naturphilosophie mit Hydrostatik und Hydraulik. Er war der Erste, der mathematische Formeln entwickelte, um die Fließgeschwindigkeit des Wassers in Kanälen und Flüssen pro Wassermenge und Zeiteinheit zu berechnen. Guglielmini hatte eingehend die Schriften von Galilei, Descartes, Gassendi, Bacon, Boyle und Huyghens studiert, war also vollkommen mit den aktuellen naturphilosophischen Debatten vertraut. Er experimentierte, schaute durchs Mikroskop und bildete im Anschluss Hypothesen über die Struktur kleinster Partikel. Seiner Überzeugung nach könne sich allerdings der Verstand nicht anmaßen, die wahre Gestalt der Korpuskeln bestimmen zu wollen, vielmehr solle er sich damit bescheiden, hinreichende und brauchbare Erklärungen ihrer Form zu liefern. In Guglielminis Theorien scheint sich das atheistische Potential der Korpuskularphilosophie in Gänze zu entfalten,⁴⁰ doch letztlich gehen auch sie von theologischen Prämissen aus.

Gleich zum Eingang seines 1697 erschienenen Bologneser *Trattato fisico-matematico della natura dei fiumi*,⁴¹ der bedeutendsten Schrift zur Flusshydraulik jener Zeit, legt er dar, dass es unmöglich sei, Wasser zu be-

39 Zu den Grundlagen von Guglielminis Korpuskularphilosophie siehe: Alberto Vanzo, *Corpuscularism and Experimental Philosophy in Domenico Guglielmini's 'Reflections on Salts'*, in: Peter R. Anstey (Hg.), *The Idea of Principles in Early Modern Thought: Interdisciplinary Perspectives*, New York 2017, S. 47–171. Zur Person: Cesare F. Maffioli, »Domenico Guglielmini«, in: Sandra Castellato, Luciana Sitran Rea (Hg.), *Professori e scienziati a Padova nel Settecento (Contributi alla storia dell'Università di Padova. Profili biografici, 3)*, Treviso: Antilia 2002, S. 505–530.

40 Domenico Guglielmini, *Aqua fluentium mensura nova methodo inquisita und Della natura dei fiumi – 1690*, URL: <https://doi.org/10.3931/e-rara-13539>.

41 Domenico Guglielmini, *Della natura de' fiumi trattato fisico-matematico*. In cui si manifestano le principali proprietà de' fiumi, se n' indicano molte sin' hora non conosciute, e si dimostrano d'una maniera facile le cause delle medesime. Eredi Antonio Pisarri, a spese di Ludovico Maria Ruinetti libraro al Mercurio, Bologna 1697. URL: <https://www.digitale-sammlungen.de/de/view/bsb10058406?page=,1>, <https://archive.org/details/dellanaturadefiu00gugl/page/109/mode/thumb>. Vgl. auch ders.: *Exercitationes de atmosphaeris corporum consistentum; Deque mira subtilitate, determinate natura et insigni vi effluuorum*, Bologna: P. Ruinetti 1665,

greifen, wenn man nicht zuvor das Wesen und die Konstitution der fluiden Körper im Allgemeinen verstanden und überhaupt sich klargemacht habe, was der Begriff des Fluiden umfasse. Genau dieses Begriffsfeld und die von ihm abhängenden Konstitutionsprozesse der Natur zu bestimmen, war die zentrale Aufgabe des frühneuzeitlichen Atomismus. Christoph Meinel hat dies luzide am Beispiel ihres Hauptvertreters wie folgt expliziert:

»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 stacheliche Atome nebst allen regulären und unregelmäßigen Polyedern. Die eidetische Analogie bestimmt dieses Denken.«⁴²

Der anschaulichen Evidenz von Analogien stand Guglielmini jedoch skeptisch gegenüber. Er hielt sich mit Spekulationen über die wahre Gestalt der Teilchen zurück,⁴³ meinte aber, der Sache am nächsten scheine Descartes gekommen zu sein. Descartes hatte gerade den Sinn von Wesensbestimmungen bestritten und, wie wir oben gesehen haben, aus der Beobachtung von Makroteilchen in der Natur hypothetisch auf die Form der subvisiblen Partikel geschlossen. Guglielmini bestätigt empirisch die Gestalthypothesen des Descartes, der in seinem Essay *Les Météores* astförmige Erdteilchen und aalförmige Wasserteilchen postuliert hatte, da er mit dem Mikroskop winzige, harte, sich untereinander verhakende, solide Teilchen und glatte, durchlässige, liquide Teilchen wahrnahm; die letzteren seien »sferico«, also kugelförmig, er nennt sie *corpicciuli*.⁴⁴

Das von Giacomo Maria Giovannini (1667–1717) gestochene Frontispiz zur Ausgabe von Guglielminis Flusstraktat konfrontiert uns sofort mit Guglielminis Anspruch, mithilfe der mathematischen Ingenieurskunst die mythische Urgewalt der Natur zu beherrschen und dabei auch die Fluida in den Griff zu bekommen (Abb. 12). Herakles hat den mythischen Flussgott Acheloos zwar besiegt, aber noch nicht in seinen Dienst gezwungen. Er zeigt auf eine sich im Hintergrund befindliche hydraulische Hebeanlage, mit deren Hilfe erst die Kraft des Wassers nutzbar gemacht werden kann und über die die Göttin Natura schließlich ihr Füllhorn ausschütten

⁴² Meinel 1988 (wie Anm. 3), S. 5.

⁴³ Guglielmini, *Della natura dei fiumi* (wie Anm. 40), S. 41.

⁴⁴ Ebd., S. 62.



Abb. 12:
Giacomo Maria
Giovannini,
Frontispiz zu:
Guglielmini,
Della natura de'
fiumi trattato
fisico-matema-
tico, Bologna
1697.

wird. Zwei Putti halten ein Spruchband mit der Losung: *tante molis erat bifidum compellere in unum* (mit großer Anstrengung ist, was zweigeteilt war (sc. Natur und Wissenschaft), in eins zusammen zu zwingen).

Im Band finden sich weitere Abbildungen, die ohne mythologische Referenzen auskommen. Ausdrücklich erklärt Guglielmini, Egidio Maria Bordoni (aktiv: 1695–1723) genauestens für seine Zeichnungen instruiert zu haben, damit die von Giuseppe Maria Moretti (1659–1746) gestochenen Kupferstiche in größtmöglicher Klarheit seine Vorstellungen veranschaulichen – sowie *vice versa* über die Anschauung klare Erkenntnisse vermitteln. Es folgt eine Reihe von Bildern, die die sphärischen *corpicciuli* zunächst in unterschiedlichen Gefäßen zeigen, dann, auf welche Weise deren jeweilige Form unterschiedliche Bewegungsgeschwindigkeiten bedingt und schließlich werden diese Einsichten auf Geländeformationen übertragen (Abb. 13, 14 und 15).

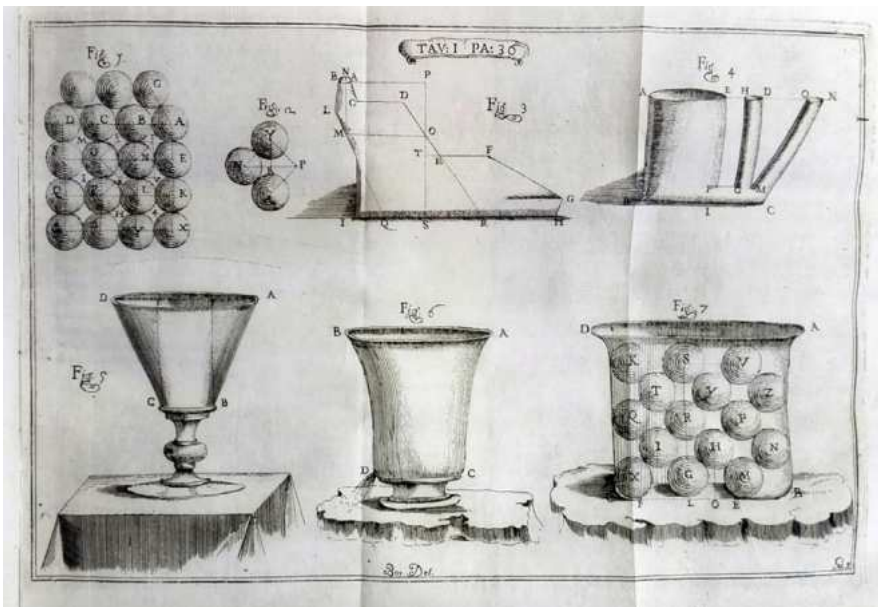


Abb. 13: Guglielmini, Della natura de' fiumi, trattato fisico-matematico 1697, Bildtafel I.

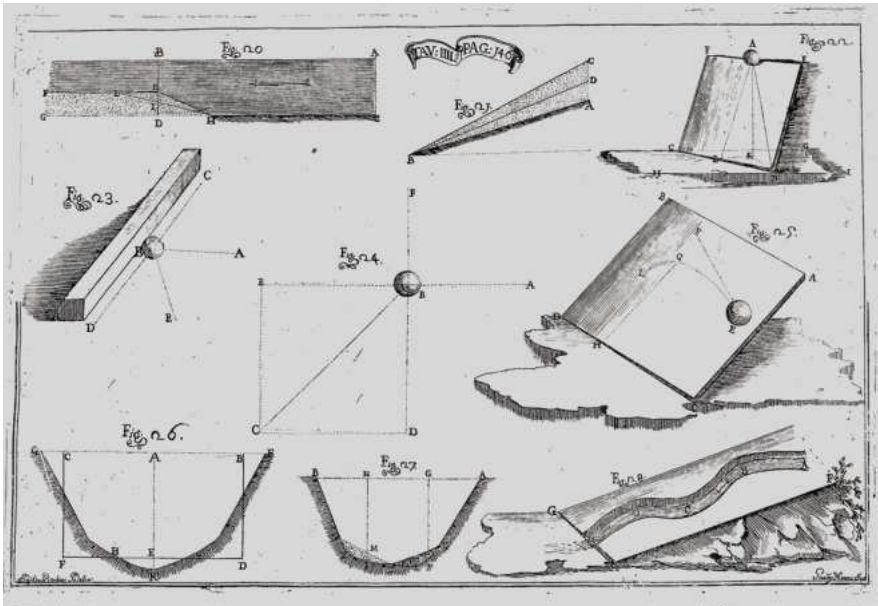


Abb. 14: Guglielmini, Della natura de' fiumi, trattato fisico-matematico 1697, Bildtafel IV.

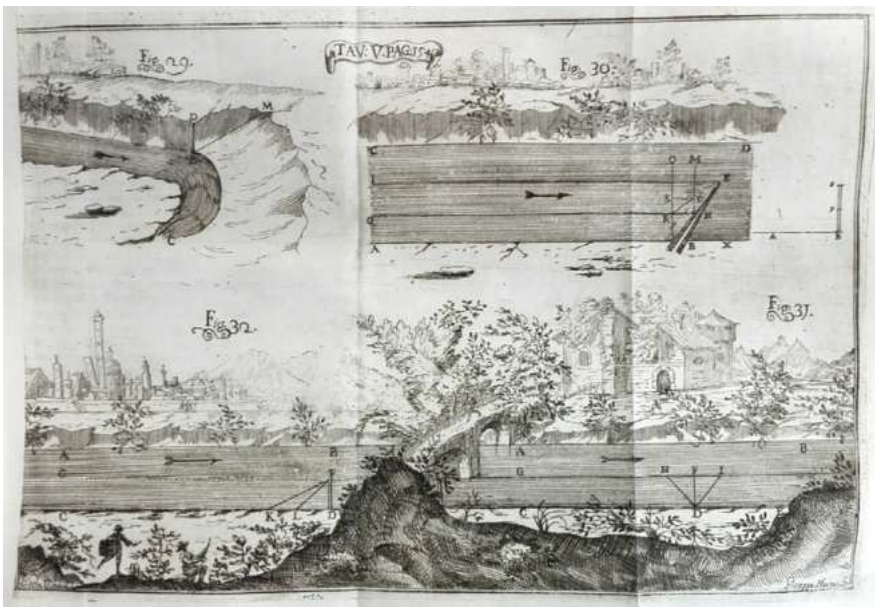


Abb. 15: Della natura de' fiumi, trattato fisico-matematico 1697, Guglielmini, Bildtafel V.

Guglielmini⁴⁵ gibt seine Vorsicht auf und erklärt, der Verstand könne durchaus die geheime atomistische und mathematische Struktur der natürlichen Körper bestimmen. Wie seine posthum veröffentlichten Traktate offenbaren, nahm er als überzeugter Atomist dreidimensionale Korpuskeln an, welchen er die Eigenschaften der Masse, Gestalt, Undurchdringlichkeit und Beweglichkeit zuschrieb. Die Bewegung sei den Teilchen ursprünglich vom Schöpfer eingepägt worden, seither laufe alles mechanisch ab.⁴⁶ Guglielmini beruft sich auf die Korpuskularphilosophien Descartes' und Gassendis und greift insbesondere auf die cartesische Wirbeltheorie zurück. Descartes hatte allerdings gerade ohne Rückgriff auf Gott die Naturprozesse rein mechanisch nur mit Hilfe der Prinzipien Druck und Stoß erklärt und, was Guglielmini ebenfalls verkannte, den hypothetischen Status der von ihm als unendlich teilbar postulierten Korpuskeln betont.

⁴⁵ Marta Cavazza, *Bologna and the Royal Society in the Seventeenth Century*, in: *Notes and Records of the Royal Society of London* 35, 1980, S. 105–123; Francesco Luzzini, *L'Itale terre a vagheggiare inteso. La regolazione dell'Adige nel XVIII secolo: tra storia e scienza*, in: Vito Rovigo (Hg.), *Il fiume, le terre, l'immaginario. L'Adige come fenomeno storiografico complesso*, Rovereto 2016, 287–312.

⁴⁶ Marta Cavazza, *Der Kreis von Bologna und die Accademia degli Inquieti*, in: Jean-Pierre Schöbinger (Hg.), *Grundriss der Geschichte der Philosophie. Die Philosophie des 17. Jahrhunderts. Allgemeine Themen. Iberische Halbinsel. Italien*, Basel 1998, S. 921–936 und 965–968.

Allein an den in den Dekaden vor 1700 verfassten Traktaten können wir bemerken, dass ganz unterschiedliche, ja teils gegensätzliche Materievorstellungen zur gleichen Zeit auch innerhalb eines lokalen Wissensnetzwerkes wie jenem Venedigs (im Austausch mit Padua und Bologna) zirkulieren konnten. Es standen also mehrere gleichermaßen anerkannte Theorien in Konkurrenz zueinander, mit je anderen Auffassungen über die stoffliche Zusammensetzung der Natur und der in ihr waltenden Kräfte. Wer zu dieser Zeit also mit Hilfe von Abbildungen Fluida einfangen wollte, sei es als Illustrator wissenschaftlicher Werke oder als Maler, musste sich vergegenwärtigen, dass, je nachdem wie er Pinsel oder Griffel führte, nicht nur einfach Wasser, sondern zugleich auch dessen besondere epistemische Konfiguration sichtbar machte.

Bildnachweise:**Abb. 1–7, 9, 10, 12–15:** © Autor**Abb. 8:** © Courtesy National Gallery of Art, Washington.**Abb. 11:** Digital Libraries Connected (DLC) Doi: <https://doi.org/10.48644/86844071X>