法政大学学術機関リポジトリ
HOSEI UNIVERSITY REPOSITORY

PDF issue: 2025-07-04

Lichtenbergische Figuren und Wolken : Die Beschreibung des Unbestimmten in den Wissenschaften um 1800

濱中, 春 / Hamanaka, Haru

(出版者 / Publisher)
法政大学社会学部学会
(雑誌名 / Journal or Publication Title)
社会志林 / 社会志林
(巻 / Volume)
59
(号 / Number)
2
(開始ページ / Start Page)
1
(終了ページ / End Page)
25
(発行年 / Year)
2012-09
(URL)
https://doi.org/10.15002/00021135

Lichtenbergische Figuren und Wolken

Die Beschreibung des Unbestimmten in den Wissenschaften um 1800

Haru Hamanaka

1. Wolken als Metaphern in der Beschreibung der Lichtenbergischen Figuren

Im Frühjahr 1777 entdeckte Georg Christoph Lichtenberg durch Zufall eine elektrische Erscheinung, die nach ihm benannt werden sollte. Unmittelbar nach der Fertigstellung seines Elektrophors war sein Zimmer noch voll von feinem Harzstaub, der beim Glätten des Fundaments des Instruments aufgestiegen war. Lichtenberg bemerkte, dass sich der Staub auf der Oberfläche des Fundaments in „kleinen Sternen" anordnete, die, als er mehr Staub daraufstreute, „sehr deutlich und sehr schön wurden und häufig getriebener Arbeit glichen":

> „Es zeigten sich mitunter fast unzählbar viele Sterne, Milchstraßen und größere Sonnen; Bogen, die an ihrer hohlen Seite dunkel, an ihrer erhobenen aber mit Strahlen versehen waren; ganz fein gebildete Ästchen, denen ähnlich, welche gefrorener Dampf an Fensterscheiben erzeugt; ferner Wolken, sehenswert in ihrer mannigfachen Gestalt und den verschiedenen Graden des Schattens; und schließlich andere Figuren von besonderer Form, von denen nur eine auf Tafel I nebst den genannten Sternchen abgebildet ist".[1]

In dieser oft zitierten Beschreibung der Entdeckungsszene der Lichtenbergischen Figuren fällt auf den ersten Blick die Vielzahl der Metaphern auf.[2] Lichtenberg versucht, die neu entdeckte Erscheinung durch Vergleich mit bekannten Bildern zu artikulieren und so bestimmte Formen zu erkennen.

---

[1] „[…] stellulas […] distinctas, pulcherrimas, ac opera caelato saepe non dissimiles. Apparebant interdum stellae fere innumerae, viae lactae, ac soles majores; arcus a parte concava obscuri a convexa autem radiis distincti; ramuli nitidissime efficti iis similes, quos vapores congelati in orbiculis senestrarum producunt; nubes porro varia sua forma ac diversis umbrae gradibus spectabiles, ac aliae denique singularis formae figurae, quarum unam tantum cum stellulis istis Tab. I. continent". Lichtenberg 1997b, S. 150. Dt. S. 151.

[2] Zu Metaphern in der Beschreibung der Lichtenbergischen Figuren vgl. auch Metzger 2002, S. 618; Gamper 2009, S. 89. Bei beiden geht es um die Dominanz der Naturbilder und nicht um die Differenz zwischen den metaphorischen Ausdrücken.

Die verwendeten Metaphern sind aber, näher betrachtet, weder gleichartig, noch gelingt es Lichtenberg, alle Staubfiguren mit bekannten Formen zu vergleichen. Im Laufe des Textes werden die Metaphern immer differenzierter: vom einfachen Substantiv („Sterne“ und „Milchstraßen“) über das mit einem kurzen Attribut („größere Sonne“) und das mit einer längeren Attribution („Bogen, die an ihrer hohlen Seite dunkel, an ihrer erhobenen aber mit Strahlen versehen waren“) bis hin zum doppelten Vergleich („ganz fein gebildete Ästchen, denen ähnlich, welche gefrorener Dampf an Fensterscheiben erzeugt“). Die Formen der Figuren werden für Lichtenberg immer unbestimmter und fordern von ihm immer umfangreichere Beschreibungen, um sich artikulieren zu lassen. Und dann vergleicht er einige Figuren mit „Wolken“, die beschrieben werden als „sehenwert in ihrer mannigfachen Gestalt und den verschiedenen Graden des Schattens“. Aber die Beschreibung ist diesmal abstrakt und undeutlich. Durch sie wird die Form der Figuren nicht näher bestimmt, sondern im Gegenteil unklarer und unbestimmter. Und schließlich stellt Lichtenberg die Beschreibung ganz ein und verweist auf die Abbildung: „andere Figuren von besonderer Form, von denen nur eine auf Tafel I nebst den genannten Sternchen abgebildet ist“ (Abb. 1). Diese Figuren kann er nicht mehr sprachlich, sondern nur noch im Bild darstellen. Die Metapher der Wolken steht also sowohl hinsichtlich des Ausdrucks als auch der Position im Text nach an der Grenze zwischen Beschreibbarkeit und Unbeschreibbarkeit der Form der Lichtenbergischen Figuren.

Nach der zufälligen Entdeckung bemerkt Lichtenberg bald, dass mit der positiven Elektrizität „eine Figur mit Strahlen“ und mit der negativen eine „ohne Strahlen“ erzeugt wird.[3] Die positiven Figuren sind von den negativen so eindeutig unterschieden — „wie eine Sonne von einem Mond“[4] —, dass er sogar ein Elektroskop konzipiert, mit dem man anhand der Staubfiguren die Art der Elektrizität in der Luft einfach erkennen kann.[5] Dennoch gibt er die Schwierigkeit der Beschreibung, und zwar der negativen Figuren, zu: „[I]hr Charakteristisches besteht in einer gewissen Ründe und Strahlenlosigkeit, die sich sehr leicht in der Natur erkennen, aber schwer beschreiben läßt“.[6]

Die zeitgenössischen Beschreibungen der Lichtenbergischen Figuren sind ebenfalls von einer häufigen Verwendung von Metaphern und Gleichnissen geprägt. Die meisten der von Lichtenberg verwendeten Metaphern sind in der Beschreibung der Staubfiguren um 1800 wiederholt zu finden, und neue Bilder kommen hinzu. Dabei beschreiben manche Autoren die Form der negativen Figuren ebenfalls als unbestimmter denn die der positiven: Während sich mit der positiven Elektrizität eine

---

[3] „figuram radiantem“, „radiis vero carentem negativam“. Lichtenberg 1997b, S. 160. Dt. S. 161.

[4] [Lichtenberg] 1778, S. 346.

[5] Lichtenberg 1997c, S. 188. Dt. S. 189.

[6] Lichtenberg 1781, S. 49.

Figur bilde, „ungefähr wie ein Stern mit divergirenden Stralen“, entstehe mit der negativen „keine Figur mit den Stralen, sondern ein, zwei oder mehr runde Flekken“;[7] jene sei „eine strahlig auseinandergehende, büschelförmige Figur“ und diese „eine mehr zusammengezogene, aus schwammigen, rundlichen Flecken bestehende Figur ohne merkliche Strahlung“;[8] kurz, die einen seien „Sterne“ und die anderen „runde Flecken“.[9] Die Form der negativen Figuren zeigt weniger eindeutige Merkmale und sie wird oft erst durch den Vergleich mit den positiven Figuren beschreibbar, indem ihr ein Mangel an denjenigen Charakteristika zugeschrieben wird, die die positiven Figuren aufweisen. Die negativen Figuren sind also *negativ* charakterisiert. Dabei wird ihre Form manchmal wieder mit Wolken verglichen: Die negative Figur sei „mehr wolkenartig“[10] als die positive; man finde darin „mehr verworrene, wolkige, oder regelmäßige in kleinen runden Flecken“[11] oder „eine unregelmäßige wolkenähnliche Figur“.[12] Zusammenfassend wird sogar gesagt: „Gemeiniglich werden die negativen Figuren nur als wolkenartige Flecken beschrieben“.[13] Die Metapher der Wolken steht auch hier für die weniger bestimmbaren Formen der Staubfiguren.

Die Beschreibung der Form bildet einen wesentlichen Teil der Forschung zu den Lichtenbergischen Figuren um 1800. Mit anderen Worten: Das methodologische Paradigma der Naturgeschichte, nämlich die Beobachtung und Beschreibung der Natur,[14] beherrscht die frühe Untersuchung der elektrischen Figuren. Die Naturgeschichte im 18. Jahrhundert ist, um mit Wolf Lepenies zu sprechen, nicht nur als eine Disziplin oder Fächergruppe zu verstehen, sondern eher als „so etwas wie eine Wissenschaftshaltung, eine kognitive Attitüde, die das 18. Jahrhundert weitgehend prägt“.[15] Man kann sich hier auch auf Michel Foucault berufen, der in seinem Werk *Die Ordnung der Dinge* die Naturgeschichte als diejenige Wissensform identifiziert, die das 17. und 18. Jahrhundert epistemologisch charakterisiert.[16] Aber sowohl Lepenies als auch Foucault weisen auf den Wechsel der Paradigmen um 1800 hin, bei dem die statische Beschreibung der Natur durch eine dynamische Betrachtungsweise abgelöst wurde (Lepenies),[17] oder anstelle der Ordnung im räumlichen Nebeneinander das Moment der Geschichte und der zeitlichen Folge eingeführt wurde

---

[7] Troostwyk/Krayenhoff 1790, S. 361.

[8] Tscharner 1830, S. 358.

[9] Bourguet 1798, S. 283.

[10] Mayer 1801, S. 411.

[11] Suckow 1813, S. 490.

[12] Poppe 1825, S. 490.

[13] Parrot 1811, S. 479.

[14] Vgl. Lepenies 1986, S. 221-225.

[15] Lepenies 1986, S. 221.

[16] Foucault 1974, S. 165-210.

[17] Lepenies 1976, S. [7]-130. Vgl. auch Lepenies 1986.

(Foucault)[18]: *Das Ende der Naturgeschichte*, wie es der Titel des Buches von Lepenies ausdrücklich bezeichnet.[19]

Vor dem Hintergrund dieser wirkungsvollen These zum epistemischen Strukturenwandel im Übergang vom 18. zum 19. Jahrhundert lässt sich hier fragen: Wie ist die Vorherrschaft des Paradigmas der Beschreibung in der Forschung über die Lichtenbergischen Figuren um 1800 im Hinblick auf den allgemeinen Paradigmenwechsel der Naturgeschichte einzuordnen? Wie erlebten die Lichtenbergischen Figuren das „Ende der Naturgeschichte", oder kannten sie diesen Umbruch der Wissensordnung überhaupt nicht? Foucault denkt an den Wandel von der Naturgeschichte zur Biologie, und auch bei Lepenies ist von den physikalischen Wissenschaften wenig die Rede — wie weit und auf welche Weise gilt ihre These für die Experimentalphysik der Elektrizität?

Um diese Fragen zu klären und den Stellenwert des Diskurses der Beschreibung in den Wissenschaften um 1800 differenzierter zu betrachten, wird im Folgenden die Meteorologie der Wolken des gleichen Zeitraums zum Vergleich herangezogen. Die Metapher der Wolken in der Beschreibung der Lichtenbergischen Figuren zeigt, dass zwischen den Staubfiguren und den Wolken eine gewisse Ähnlichkeit erkannt wurde. Darüber hinaus war die Form der Wolken ihrerseits damals Gegenstand eines wachsenden Interesses innerhalb der Meteorologie: Während die schwer zu beschreibende Form der Lichtenbergischen Figuren mit Wolken verglichen wurde, setzte sich die Meteorologie ihrerseits mit der Form der Wolken und dem Problem ihrer Beschreibung auseinander, und zwar viel bewusster als die Elektrizitätsforschung.

2. Wolken in der Meteorologie im 18. Jahrhundert

Die Wolken waren zwar seit der Antike einer der wichtigsten Gegenstände der meteorologischen Betrachtung, aber die wissenschaftliche Aufmerksamkeit richtete sich in erster Linie auf das Entstehen und Vergehen der Wolken sowie auf ihre physikalische Beschaffenheit. Ihre Form galt hingegen bis zum Ende des 18. Jahrhunderts als veränderlich und vielfältig, unbestimmt und nicht fassbar und blieb weitgehend außerhalb der Betrachtung.[20] In der ersten Ausgabe von Johann Samuel Traugott Gehlers *Physikalischem Wörterbuch* (1787-96) ist z.B. im Artikel „Wolken", der insgesamt siebzehn Seiten umfasst,[21] der Form der Wolken nur ein Abschnitt gewidmet, in dem die Veränderlichkeit ihrer Gestalt und Größe betont wird.[22] Der größere Teil der Darstellung widmet

[18] Foucault 1974, S. 269-366.

[19] Auch Foucault bezeichnet den Wechsel als „das Ende der *Geschichte*". Vgl. Foucault 1974, S. 180.

[20] Hamblyn 2001, S. 15-32; Guldin 2006, S. 123-143.

[21] Gehler 1787-96, 4. Teil, S. 815-826; 5. Teil, S. 1025-1029.

[22] Ebd., 4. Teil, S. 817.

sich den zeitgenössischen Theorien über die Entstehung der Wolken.

Unter den repräsentativen Wolkentheorien des 18. Jahrhunderts, die Gehlers Wörterbuch nennt, findet sich auch diejenige von Jean-André Deluc, der sich in den 1780er Jahren auch mit den Lichtenbergischen Figuren beschäftigte. Der Naturforscher aus der Schweiz, der mit Lichtenberg in persönlichem Kontakt stand,[23] stellt im ersten Band seiner *Idées sur la Météorologie* (1786-87) zahlreiche Experimente vor, mit denen er achtzig Arten von Lichtenbergischen Figuren hergestellt habe. Dabei richtet er große Aufmerksamkeit auf die Form der Figuren und beschreibt sie ausführlich mit Hilfe verschiedener Metaphern.[24] Hingegen beschäftigt er sich in seiner meteorologischen Betrachtung der Wolken, die im zweiten Band desselben Werkes zu finden ist, ausschließlich mit der Entstehung und physikalischen Beschaffenheit der Wolken; die Gestalt der Wolken kommt fast nicht zur Sprache.[25] Delucs Vorgehen zeigt beispielhaft die Diskrepanz zwischen dem Interesse an der Form und dem an den Ursachen der Wolken im 18. Jahrhundert.

Es war deshalb ein für die Meteorologie epochales Ereignis, als der englische Meteorologe Luke Howard 1803 die Wolken aufgrund ihrer Form in sieben Typen einteilte und jedem einen bestimmten Namen gab.[26] Goethes Lobgedicht auf Howard, der „uns neuer Lehre herrlichsten Gewinn“ gegeben habe, stellt die Bedeutsamkeit der neuen Meteorologie der Wolken, auf deren Grundlage der Dichter seine eigene meteorologische Betrachtung entwickelte, ausdrücklich dar: „Was sich nicht halten, nicht erreichen läßt, / Er faßt es an, er hält zuerst es fest; / Bestimmt das Unbestimmte, schränkt es ein, / Benennt es treffend!“[27] Und nicht nur Goethe erkennt die Bedeutsamkeit von Howards Wolkenterminologie: In der überarbeiteten Ausgabe des *Physikalischen Wörterbuches* von Gehler (1825-45) wird sie ausführlich dargelegt; sie fand, so heißt es im überarbeiteten Artikel „Wolke“, „sehr allgemeinen und großen Beifall und gewährte seitdem mindestens den Vortheil einer kürzeren Verständigung über die angestellten Beobachtungen“.[28]

Howard war allerdings nicht der einzige, der um 1800 an der Klassifizierung der Wolken

---

[23] Zum Verhältnis von Deluc und Lichtenberg vgl. Hübner 2010, S. 124, 152. Deluc teilt einmal Lichtenberg seine Hoffnung in Bezug auf die Staubfiguren mit: „[…] j'espère toujours que vos jolies Etoiles répandront quelque lumière dans lanuit des plus & moins élactriques“. („[…] und ich hoffe immer, daß Ihre hübschen Sterne einiges Licht in die Nacht der elektrischen Mehr oder Weniger ausstrahlen werden“.) Vgl. Brief von Deluc an Lichtenberg vom 8. 2. 1781. In: Lichtenberg 1983-2004, Bd. 2, S. 160 u. 168.

[24] Deluc 1786-87, Bd. 1, S. 490-517. Dt. 1. Teil, S. 390-411.

[25] Ebd., Bd. 2, S. 73-128. Dt. 2. Teil, S. 54-96.

[26] Vgl. Hamblyn 2001.

[27] Goethe: Howard's Ehrengedächtnis. In: Goethe 1989, S. 238. Zu Goethes Howard-Rezeption vgl. Badt 1960, S. 18-32; Schöne 1970; Erläuterung in Goethe 1989, S. 1019-1034.

[28] Gehler 1825-45, Bd. 10, S. 2279-2289. Zitat hier S. 2279.

arbeitete.[29] Unter anderem wird der Versuch von Jean-Baptiste Lamarck häufig genannt als ein mit demjenigen von Howard vergleichbarer: Der französische Naturforscher schlug 1802, fast zeitgleich mit Howard, die Klassifikation der Wolken in fünf Typen und ihre Benennung nach ihren sichtbaren Merkmalen vor; 1805 erweiterte er sein System auf zwölf Typen.[30] Als einer der Versuche vor Howard und Lamarck, die Wolkenformen in das meteorologische Interesse einzubeziehen, soll hier der Aufsatz *Beobachtungen merkwürdiger Gestalten der Wolken. 1779* von Albrecht Ludwig Friedrich Meister in Betracht gezogen werden. Der Göttinger Mathematikprofessor war ein Lehrer und später ein enger Freund von Lichtenberg; die beiden beobachteten in der Zeit, aus der der Aufsatz stammt, zudem einmal gemeinsam die Wolken.[31] Meisters Abhandlung erschien 1780 in der von ihm und Georg Forster herausgegebenen Zeitschrift *Göttingisches Magazin der Wissenschaften und Litteratur*. Sein Text ist aber nicht nur wegen seines persönlichen Verhältnisses zu Lichtenberg bemerkenswert, sondern vielmehr, weil er zum einen die Wolkensystematik von Howard vorwegnimmt und zum anderen die Parallelität zwischen der Erforschung der Wolken und der der Lichtenbergischen Figuren deutlich macht.

Wie Howard weist auch Meister zu Beginn seines Aufsatzes auf die Bedeutung der Beobachtung der Wolkenformen hin und stellt fest, dass „die Gestalt der Wolken nichts weniger als ganz zufällig und regellos, oder, so zu sagen, ganz unorganisch ist“. „Sie haben eine offenbare, und leicht zu erklärende Neigung, sich in runde Klumpen zusammen zu ziehen: sie thürmen sich in steilen Felsenwänden zu Gewittern: und zerschmelzen in magern, flockigen Gestalten zu Thau. […] Und so kommen ähnliche Gestalten, bey ähnlichen Umständen, immer wieder“.[32] Die Erkenntnis, dass er ein „Gesetz“ „bey dem Bau der Wolken beobachtet zu sehen“ glaube,[33] wiederholt Howard zwanzig Jahre später, als er bei der Klassifikation der Wolken darauf hinweist, dass sie „von bestimmten deutlichen Modifikationen abhängig sind, die durch die allgemeinen Ursachen erzeugt werden, welche alle Variationen der Atmosphäre beeinflussen“.[34]

Und wie Howard versucht auch Meister, die Wolken zu klassifizieren. Er teilt die Wolken in zwei Arten ein: Sie bestehen „entweder aus einem zusammenhängenden, rundlöchrichtem Gewebe; oder aus rundlichen Flocken, die, zusammenhängend oder von einander abgesondert, grössere Massen

---

[29] Vgl. Hamblyn 2001, S. 90-111.

[30] Lamark 1803 u. 1805. Vgl. Hamblyn 2001, S. 101-111; Guldin 2006, S. 152-159.

[31] Vgl. Lichtenbergs Brief an Johann Albert Heinrich Reimarus vom 2. 3. 1780. In: Lichtenberg 1983-2004, Bd. 2, S. 39. Vgl. unten Anm. 66.

[32] Meister 1780, S. 38f.

[33] Ebd., S. 40.

[34] „They are subject to certain distinct modifications, produced by the general causes which effect all the variations of the atmosphere […]“. Howard 1803, S. 91.

bilden". Die beiden verhalten sich „wie Tophstein zum Rogenstein"; ihr Äusseres ist „mit Warzen oder mit Blatternarben übersäet".[35] Die letztgenannte Wolkenart ist von einer „bauchichten, convexen Gestalt",[36] und die erstgenannte ist ein „löcherichte[s], concave[s] Gewölk[e]".[37] Sie haben entweder „runde[..]" oder „lange[..]" Gestalten und bestehen aus „schwammichten" oder „körnigten" Stoffen, und daraus werden „verschiedene größere zusammen gesetzt: nicht durch einen Zufall, sondern [...] durch einen bestimmten Mechanismus".[38]

Die Systematik der Wolken von Meister ist zwar weder so differenziert noch so eindeutig wie die von Howard, der jeden der von ihm klassifizierten sieben Typen der Wolken explizit definiert. Die von Meister aufgezählten diversen Unterscheidungsmerkmale von zwei Arten von Wolken sind hingegen nicht einfach auf bestimmte Bilder zu reduzieren. Er gibt ihnen auch keine Namen. Dennoch ist hier der Ansatz zur Katergorisierung der Wolken nach ihren äußeren Erscheinungen unverkennbar, die später bei Howard entwickelt werden wird. Auch die Einsicht, dass durch die Zusammensetzung der beiden Arten verschiedene Formen von Wolken entstehen, lässt die Systematik von Howard ahnen, die aus drei Grundtypen und vier mittleren bzw. zusammengesetzten Typen von Wolken besteht, wie unten näher erläutert werden wird. Allerdings fehlt der Theorie von Meister die letzte Konsequenz, da er im nächsten Teil des Aufsatzes ein anderes Kriterium der Klassifizierung einführt. Diesmal werden die Wolken in die zwei Gattungen „Parallelkreise" und „größte Kreise" eingeteilt, wobei es sich um das Verhältnis zwischen den Wolken und der Erde handelt.[39]

Indessen beschreibt Meister die Formen der Wolken mit vielen Metaphern und Gleichnissen, genau wie es bei den zeitgenössischen Beschreibungen der Lichtenbergischen Figuren zu beobachten war. Im Mai 1777 zum Beispiel, d.h. im Entdeckungsjahr der Staubfiguren, habe er Wolken folgender Gestalten beobachtet:

> „Unter ihnen giebt es Schreibfedern, auf einer oder auf beyden Seiten gefiedert: Palmzweige, sowohl einzelne, als zu Einfassungen wechselsweise links und rechts zusammen gebundene: Wasserstrahlen: Blumenkelche, deren mehrere in einander stecken: Federbüsche: Blumensträusser: hochstämmige junge Bäume: ganze Alleen von Bäumen, deren Cronen, mehr oder weniger, zu einem Gebüsche in einander wachsen: Rauch, der in den feinsten, bald ganz graden, bald hier und dar etwas geschlängelten, Säulen aufsteiget, und oben sich in die schönste

[35] Meister 1780, S. 40f.

[36] Ebd., S. 41.

[37] Ebd., S. 45.

[38] Ebd., S, 47.

[39] Ebd., S. 48-59. Vgl. auch S. 51.

Crone und Gruppe kugelichter Wölkgen ausbreitet".[40]

Zwar verwendet Meister überwiegend Metaphern aus dem pflanzlichen Bereich, aber das stilistische Merkmal des Metaphernreichtums ist dasselbe wie in Lichtenbergs oben zitierter Beschreibung der Entdeckungsszene der Staubfiguren.[41] Metaphern und Gleichnisse sind auch in der Beschreibung der Wolken von Howard nicht wenige zu finden. Meisters Aufsatz, der als ein Vorläufer der Wolkenlehre von Howard bezeichnet werden kann, veranschaulicht zugleich die Parallele zwischen der Meteorologie und der Elektrizitätslehre auf deskriptiver Ebene: So wurde um 1800 nicht nur in der schwer zu beschreibenden Form der Lichtenbergischen Figuren eine Ähnlichkeit mit den Wolken gesehen, vielmehr beschäftigten sich die Forschung zu den Lichtenbergischen Figuren und die zu den Wolken zu jener Zeit mit dem gleichen Thema der Beschreibung, d.h. der Artikulation der vielfältigen und unbestimmten Formen ihrer Gegenstände mit den Mitteln der Sprache.

3. Die Naturgeschichte der Wolken von Howard

Es ist die Nomenklatur der Wolken von Howard, die die Wolken als bestimmte Formen erkennbar machte. Howard stellt in seiner Abhandlung *On the Modifications of Clouds* von 1803 die Klassifikation der Wolken in sieben Typen und die ihnen entsprechende Nomenklatur vor: drei Grundmodifikationen: *Cirrus, Cumulus* und *Stratus*, zwei Zwischenmodifikationen: *Cirro-cumulus* und *Cirro-stratus* sowie zwei zusammengesetzte Modifikationen: *Cumulo-stratus* und *Cumulo-cirro-stratus* bzw. *Nimbus*. Unter dem Begriff der Modifikation versteht Howard nicht „die genaue Form oder Größe, die sich bei den meisten Wolken tatsächlich alle Augenblicke ändert", sondern „die Struktur oder Art der Aggregation",[42] d.h. die Typologie der Wolkengestalt. Jede Modifikation wird von ihm definiert und auch detailliert beschrieben. Die meisten der Wolkennamen Howards sind noch heute als Teil der internationalen Terminologie in Gebrauch.[43]

Howard bildet seine Nomenklatur der Wolken ganz bewusst nach dem Vorbild der

---

[40] Ebd., S. 47.

[41] Anschließend an die hier zitierte Stelle beschreibt Meister: „kurz alles, was befrorne Fensterscheiben und andere Anschüsse artiges und organisches zeigen, das zeigen uns die Wolken". (Meister 1780, S. 47f.) Der Hinweis auf die Eisblumen zeigt die Verwandtschaft der Bilderwelt von Meister und Lichtenberg, der seinerseits die Staubfiguren mit dieser Naturerscheinung vergleicht. S. oben Anm. 1.

[42] „By modification is to be understood simply the structure or manner of aggregation, not the precise form or magnitude, which indeed varies every moment in most clouds". Howard 1803, S. 92.

[43] Vgl. Hamblyn 2001, S. 252.

Naturgeschichte, indem „die Gegenstände anhand der sichtbaren Merkmale, wie in der Naturgeschichte, definiert werden“ sollten.[44] Seine Wolkensystematik entspricht der Definition der Naturgeschichte nach Foucault exemplarisch, was besonders durch folgende Bemerkungen von Goethe deutlich wird: Goethe nämlich erkennt es als das Verdienst von Howard an, dass dieser „eine Terminologie festgestellt [hat], an die wir uns beim Einteilen und Beschreiben atmosphärischer Phänomene durchaus halten können“, während die Gestalt der Wolken sich bisher willkürlich zu verwandeln schien und nur die menschliche Einbildungskraft darin zufällige Bilder gefunden hatte.[45] Die Wolkenlehre von Howard fungiert also als „eine Wissenschaft von Merkmalen, die die Kontinuität der Natur und ihre Verzahnung gliedern“;[46] genau wie es Foucault für die Naturgeschichte des 17. und 18. Jahrhunderts formuliert. Dabei handelt es sich um „die Möglichkeit, das zu *sehen*, was man wird *sagen* können“.[47] Goethe, der schon manchmal die atmosphärischen Erscheinungen aufgezeichnet hatte, ohne sie jedoch strukturieren zu können, habe — so sagt er — mit der Howardschen Terminologie seinen „Blick auf das dem Sinne der Augen Erfaßliche“ in der Atmosphäre geschärft,[48] und beschreibt nun seine Beobachtungen der Wolken mit eben dieser Terminologie.[49] „Die Natur gibt sich nur durch den Raster der Benennungen“, so Foucault über die Naturgeschichte, „und sie, die ohne Namen stumm und unsichtbar bliebe, schillert von fern hinter ihnen, ist ständig jenseits dieses Rasters gegenwärtig, der sie jedoch ununterbrochen dem Wissen anbietet und nur völlig von Sprache durchdrungen sichtbar macht“.[50] Die Ordnung der Sprache errichtet hier die Ordnung der Natur und nicht umgekehrt.

Die Wolkennamen sind von Howard als arbiträre Zeichentermini festgesetzt. Obwohl seine Nomenklatur in der zeitgenössischen Meteorologie mit großem Beifall aufgenommen wurde, sah das Publikum im England des frühen 19. Jahrhunderts in der lateinischen Terminologie Schwierigkeiten, und so wurde versucht, sie in die Landessprache zu übersetzen.[51] Howard lehnte aber die Übersetzung entschieden ab und bestand auf seiner lateinischen Terminologie. Dabei betonte er nicht nur die Internationalität des Lateins als Wissenschaftssprache, sondern entwickelte auch eine Semiotik der Nomenklatur, die er 1818 in der Einleitung zu seinem Werk *The Climate of London* ausführte:

---

[44] „[…] the objects being to be defined by visible characters, as in natural history“. Howard 1803, S. 98.

[45] Goethe zu Howards Ehren. In: Goethe 1989, S. 242.

[46] Foucault 1974, S. 109.

[47] Ebd., S. 171. Hervorgehoben im Original.

[48] Goethe: Wolkengestalt nach Howard. In: Goethe 1989, S. 215.

[49] Ebd., S. 216-231.

[50] Foucault 1974, S. 207.

[51] Vgl. Hamblyn 2001, S. 143, 148-158.

„The names for the clouds which I deduced from the Latin are but seven in number, and very easy to remember: they were intended as *arbitrary terms* for the *structure* of clouds, and the meaning of each was carefully fixed by a definition: the observer having once made himself master of this, was able to apply the term with correctness, after a little experience, to the subject under all its varieties of form, colour, or position. The new names, if meant for another set of arbitrary terms, are superfluous: if intended to convey in themselves an explanation in English, they fail in this, by applying only to some part or circumstance of the definition; the *Whole* of which must be kept in view to study the subject with success".[52]

Howard erklärt bereits in der ersten Ausgabe der Abhandlung *On the Modifications of Clouds*, dass seine Termini sofort die „Idee" der sichtbaren Merkmale der Gegenstände vermitteln und einen „Rückgriff auf Definitionen" ermöglichen sollen, ohne den „wörtlichen Sinn" verstehen lassen zu müssen.[53] In *Climate of London* formuliert er ausdrücklicher, dass die Namen der Wolken arbitäre Zeichentermini sind, die sich durch Konvention, nämlich durch seine Definition, auf den Gegenstand beziehen. Dagegen können die „neuen Namen", d.h. die ins Englische übersetzten Bezeichnungen, die Definition nicht gänzlich vermitteln. Der Terminus *Cirrus* z.B., der von ihm als „parallel, flexuous, or diverging fibres, extensible in any or in all directions" definiert ist,[54] nehme an sich einfach einen „abstrakten Sinn" an, der sowohl auf gradlinige als auch auf wellenförmige Formen anwendbar sei; die Übersetzung „Curl-cloud" verenge aber mit ihrem eindeutigen, wörtlichen Sinn die eigentliche Tragweite der Definition.[55] Vor demselben Problem stand der deutsche Physiker Ludwig Wilhelm Gilbert, als er 1815 die Abhandlung von Howard ins Deutsche übersetzte. Dabei fand er es nötig, dass man an Stelle der „allzu fremdartigen Benennungen der einzelnen Modificationen [...] für den Anfang wenigstens faßliche deutsche Namen setze", stieß aber auf Schwierigkeiten: „Ich weiß indeß nur für ein Paar Namen aufzufinden, die nicht zu barbarisch und

---

[52] Howard 1818-20, Vol. 1, S. xxxii-xxxiii. Hervorgehoben im Original.

[53] „[...] it was desirable that the terms adopted should at once convey the idea of these [= visible characters of the objects], and render a recourse to definitions needless to such as understand the literal sense". Howard 1803, S. 98.

[54] Ebd., S. 99.

[55] „To take for an example the first of the Modifications — the term *Cirrus* very readily takes an abstract meaning, equally applicable to the rectilinear as to the flexuous forms of the subject. But the name of *Curl-cloud* will not, without some violence done to its *obvious* sense, acquire this more extensive one; and will, therefore, be apt to mislead the learner, rather than forward his progress". Howard 1818-20, Vol. 1, S. xxxiii.

zu ungeschmeidig werden, und doch den Sinn des Lateinischen darstellen".[56] Auch Goethe, der Howards Wolkenlehre zuerst über die Übersetzung von Gilbert kennengelernt hatte,[57] war der Meinung, dass man die wissenschaftliche Terminologie nicht übersetzen soll, weil „man dadurch die erste Absicht des Erfinders und Begründers zerstört, der die Absicht hatte etwas fertig zu machen und abzuschließen".[58]

Es handelt sich hier um das zeichenhafte Bezugssystem, das Foucault zufolge für die Erkenntnisweise des 17. und 18. Jahrhunderts charakteristisch ist. Während das abendländische Wissen bis zum Ende des 16. Jahrhunderts nach dem Prinzip der „Ähnlichkeit" zwischen den Dingen organisiert wurde, dominiert nun die „Repräsentation", die sich der Welt gegenüberstellt und sie ordnet. Die innere Einheit von Sprache und Welt in der Renaissance, bei der nicht nur die Dinge aufeinander, sondern auch die Dinge als lesbare Schriftzeichen und die Wörter als zu entziffernde Dinge im Netz der Ähnlichkeiten aufeinander verwiesen,[59] ist im Zeitalter des Barocks und der Aufklärung aufgelöst, und die Wörter und die Dinge sind nicht mehr in einem gemeinsamen Raum miteinander verwoben. Die Sprache ist nun von den Dingen getrennt und verhält sich als Zeichen, das etwas anderes bezeichnet, d.h. repräsentiert.[60] In diesem Zusammenhang enthüllt Howards Rechtfertigung der lateinischen Wolkennamen ihr Wesen als Repräsentation, die die ontologische Differenz zwischen den Dingen und der Sprache voraussetzt.

Mit anderen Worten handelt es sich bei der Naturgeschichte der Wolken von Howard um ein „Tableau", das Foucault als „das Zentrum des Wissens im 17. und 18. Jahrhundert" identifiziert.[61] Beim Tableau, „das dem Denken gestattet, eine Ordnungsarbeit mit den Lebewesen vorzunehmen, eine Austeilung in Klassen, eine namentliche Gruppierung, durch die ihre Ähnlichkeiten und ihre Unterschiede bezeichnet werden",[62] handelt es sich um ein Ordnungssystem, das die Gesamtheit der Repräsentation gliedert. Die Dinge werden hier nach ihren Identitäten und Differenzen in einem Tableau angeordnet und lassen sich erst in diesem gegliederten Ganzen als charakteristische Individuen erkennen. Das Tableau ist also ein abgeschlossenes System aus Zeichen, welches die Ordnung der Dinge repräsentiert. Die Taxonomie der Naturgeschichte wie die der Botanik von Carl

---

[56] Howard 1815, S. 5. Vgl. auch S. 6.

[57] Vgl. Erläuterung in Goethe 1989, S. 1021.

[58] Goethe: Wolkengestalt nach Howard. In: Goethe 1989, S. 233.

[59] Foucault 1974, S. 46-77.

[60] Ebd., S. 78-113.

[61] Ebd., S. 111-113. Zitat hier S. 111. Zum interdisziplinären Spektrum des Tableaubegriffs zwischen 1750 und 1850 sowie zu seiner Eingrenzung auf die Erkenntnisform des 17. und 18. Jahrhunderts von Foucault vgl. Gracyk 2004, bes. S. 13-15.

[62] Foucault 1974, S. 19.

von Linné gelten als musterhaft für den Begriff des Tableaus.[63] So sind „die von Howard bezeichneten und unter gewisse Rubriken eingeteilten Wolkengestaltungen“,[64] wie sie Goethe charakteristischerweise nennt, auch ein System der Wolken in Form des Tableaus. Hier sind alle Wolken nach ihren Ähnlichkeiten und Differenzen in sieben Modifikationen unterteilt und benannt. Howard etabliert mit seiner Wolkensystematik eine Naturgeschichte dieses Phänomens und gestaltet einen „Raum in Tableauform“[65] für diesen Gegenstandsbereich.

4. Beschreibung und Erklärung

Die Wolkenlehre von Howard beschränkt sich aber nicht auf die Naturgeschichte der Wolken. Die Struktur seiner Meteorologie der Wolken taucht erneut in ihrer Begegnung mit den Lichtenbergischen Figuren auf. Während die Metapher der Wolken in der Beschreibung der Staubfiguren auftritt, werden die elektrischen Figuren ihrerseits in der Meteorologie der Wolken thematisiert. Schon Meister weist am Ende seines Aufsatzes auf die Ähnlichkeit der Gestalten der Wolken mit denjenigen der Lichtenbergischen Figuren hin: „Das volle und leere bey dem Stoff der Wolken, die concentrischen Kreise, die aus ihnen hervorgehende Strahlen, theils volle, theils röhrhafte Ramificationen u.s.f. erregen [...] den Begriff des gehäuften und zerstreuten, des anziehenden und von sich stossenden, kurz, der eben so entgegen gesetzten Gestalten, welche von der positiven und negativen electrischen Kraft im Harzstaube hervorgebracht werden, und die man aus den schönen Versuchen und Zeichnungen des Herrn Professor Lichtenbergs kennet“.[66]

Während Meister dieser Beobachtung nicht weiter nachgeht, geht Howard einen Schritt weiter. Er versucht in der 1811 überarbeiteten Ausgabe seiner Abhandlung, die Entstehung der Wolkenart *Cirrus* aufgrund der Ähnlichkeit der Formen durch die mit den Lichtenbergischen Figuren identische Wirkung der Elektrizität zu erklären. Ausgehend von der Annahme, dass die „elektrische Flüssigkeit“ langsam durch die Wolken geleitet wird, vermutet er „eher analogisch als durch Induktion“[67] Folgendes:

---

[63] Ebd., S. 109, 112.

[64] Goethe: Wolkengestalt nach Howard. In: Goethe 1989, S. 215.

[65] Foucault 1974, S. 112.

[66] Meister 1780, S. 67f. Auch Lichtenberg schreibt in einem Brief, dass er einmal gemeinsam mit Meister eine Wolke gesehen hat, die „fast wie eine meiner elecktrischen positiven Figuren aussah“, und illustriert sie mit einer Handzeichnung. Vgl. Brief an Johann Albert Heinrich Reimarus vom 2. 3. 1780. In: Lichtenberg 1983-2004, Bd. 2, S. 39.

[67] „[...] rather analogically than by induction“. Howard 1811, S. 57.

„Proceeding, however, on this assumption, we suppose, that the cirrus resembles in its state a lock of hair, or a feather, insulated and charged; or rather, that its arrangements result from the same cause with those of the coloured powders, which electricians project on a cake of wax, after having touched it with the knobs of a charged phial, and which fall into a variety of configurations on the surface. Thus the cirrus may be formed in the air out of such floating particles of water as are present, and may serve the purpose of collecting and transmitting the electric fluid".[68]

Im Rahmen der Verbreitung der „elektrischen Meteorologie" in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts, die die Ursache verschiedener meteorologischer Phänomene als elektrisch zu erklären versucht,[69] ist auch innerhalb der Theorie der Wolken die Mitwirkung der Elektrizität bei ihrer Entstehung thematisiert worden.[70] Auch Howard hat schon in der Abhandlung von 1803 auf die Wirkung der Elektrizität bei der Wolkenformation aufmerksam gemacht.[71] Die elektrische Meteorologie bedient sich in ihrer Argumentation nicht nur der Beobachtung der Elektrizität in der Atmosphäre, sondern auch der Ähnlichkeit der elektrischen Erscheinungen im Experiment mit meteorologischen Phänomenen;[72] ebenso nimmt nun Howard die Lichtenbergischen Figuren als ein Erklärungsmodell der Wolkenbildung zur Hilfe.

Die Erforschung der Lichtenbergischen Figuren und die der Wolken entwickelten sich also um 1800 nicht nur parallel, sondern sie beziehen sich auch aufeinander. Dabei ist aber zu beachten, dass die wechselseitigen Bezüge zwischen den beiden nicht symmetrisch sind. Während die Wolken in der *Beschreibung* der Lichtenbergischen Figuren erwähnt werden, erscheinen die Staubfiguren in der *Erklärung* der Entstehung der Wolken, d.h. in einem anderen Modus des Diskurses.

Howard teilt seine Abhandlung von Anfang an in Beschreibung und Erklärung ein, indem er „absichtlich vermeidet", eine „schwierige und zweifelhafte Erklärung mit einer einfachen deskriptiven Anordnung zu vermischen".[73] Wie der vollständige Titel der Abhandlung von 1803, *On the Modifications of Clouds, and on the Principles of their Production, Suspension, and Destruction*

---

[68] Ebd.

[69] Vgl. Middleton 1965, S. 111-115; Moiso 1994, S. 261-273; Janković 2000, S. 146-151.

[70] Vgl. Gehler 1787-96, 4. Teil, S. 818, 824-826; 5. Teil, S. 1025-1029. Dagegen ist in der zweiten Auflage des *Physikalischen Wörterbuches* die elektrische Erklärung der Wolken als „künstliche[..] Hypothesen" abgewiesen. Vgl. Gehler 1825-45, Bd. 10, S. 2275-2277.

[71] Howard 1803, S. 355-357, S. 5-11. Meister erwähnt auch kurz die elektrische Theorie der Wolken. Vgl. Meister 1780, S. 66.

[72] Werrett 2010, S. 192-196.

[73] „[…] having purposely avoided mixing difficult and doubtful explanation with a simple descriptive arrangement". Howard 1803, S. 345.

nahelegt, stellt er hier zuerst die Klassifikation und Nomenklatur der Wolken dar, und danach die Theorie ihrer Entstehung. Diese duale Struktur wird in der überarbeiteten Fassung von 1811, *The Natural History of Clouds* deutlicher, die zwar nur noch einen einteiligen Titel hat, aber aus zwei Teilen besteht, die überschrieben sind: *Natural History of Clouds* und *Of the Origin, Suspension, and Destruction of Clouds.*[74]

Der Unterschied zwischen Beschreibung und Erklärung wird in der deutschen Übersetzung der Abhandlung von 1811 noch deutlicher hervorgehoben, die Gilbert 1815 nach seiner „freien Bearbeitung"[75] *Versuch einer Naturgeschichte und Physik der Wolken* betitelt. Dementsprechend sind hier die einzelnen Teile überschrieben: *Die Naturgeschichte der Wolken* und *Physik der Wolken, oder von dem Entstehn, dem Schweben und der Zerstörung der Wolken.*[76] Es ist die *Physik der Wolken*, in der Howard die Vermutung über die gemeinsamen Ursache des *Cirrus* und der Lichtenbergischen Figuren äußert.

Die Howardsche Einteilung der Wolkenlehre in Beschreibung und Erklärung oder ihre Übersetzung in Naturgeschichte und Physik von Gilbert sind vom System des Wissens von der Natur im 18. Jahrhundert geprägt. Der Soziologe Rudolf Stichweh weist darauf hin, dass die Struktur der Wissenschaft im 18. Jahrhundert durch die Einteilung des Wissens in Historie, Philosophie und Mathematik organisiert wird und ein Gegenstandsbereich zumindest in zwei Formen der Erkenntnis vorkommt. Dabei hat die Historie mit der Faktenkenntnis von einzelnen Dingen zu tun, während die Philosophie mit der Ursachenforschung befasst ist, und jene ist die unersetzliche Grundlage für diese.[77] Die Differenz von Historie und Philosophie wiederholen Naturgeschichte und Naturlehre bzw. Physik für den Gegenstandsbereich der Natur, was methodologisch dem Unterschied von Beschreibung/Beobachtung und Erklärung entspricht.[78] Beschreibung und Erklärung bzw. Naturgeschichte und Naturlehre bilden also im 18. Jahrhundert eine Dualität, wobei die erstere als Basis für letztere fungiert. Während Foucault und Lepenies ihre Erörterung auf die Naturgeschichte als eine Grundform der Erkenntnis im 18. Jahrhundert fokussieren,[79] eröffnet die systemtheoretische Betrachtung von Stichweh die Perspektive auf ihre Position im Wissenssystem jenes Zeitalters: Die Naturgeschichte/Beschreibung steht im 18. Jahrhundert in einem komplementären Verhältnis zur Naturlehre/Erklärung und sichert sich in

---

[74] Howard 1811, S. 35, 48.

[75] Howard 1815, S. 2.

[76] Ebd., S. 3, 23.

[77] Stichweh 1984, S. 15-18.

[78] Ebd., S. 23.

[79] Foucault erwähnt die Gegenüberstellung der Beschreibung/Historie und der Erklärung/Philosophie nur beiläufig. Vgl. Foucault 1974, S. 180.

dieser dualen Korrelation ihren Sinn.

Die Geschichte der Meteorologie der Wolken zeigt, dass in diesem speziellen Bereich der Naturforschung erst am Anfang des 19. Jahrhunderts die Dualität von Naturgeschichte und Naturlehre etabliert wurde. Zwar gilt die Meteorologie im Allgemeinen als eines der „deskriptiven Wissenssysteme“;[80] aber was den Gegenstandsbereich der Wolken angeht, jenes anspruchsvollen Phänomens, das sich nicht einfach beschreiben lässt, hatte sich die Meteorologie bis zum Ende des 18. Jahrhunderts ausschließlich mit der Erklärung der Entstehung der Wolken, d.h. mit ihrer Naturlehre befasst. Erst mit Howard trat die Naturgeschichte der Wolken neben ihre Naturlehre, und auf der Grundlage dieser Erkenntnisform wurde die Meteorologie der Wolken reorganisiert.

Die duale Korrelation von Naturgeschichte und Naturlehre verliert aber im Laufe des 18. Jahrhunderts weitgehend ihre Stabilität. Stichweh hebt die Rolle der Experimentalphysik als ein zentrales Moment dieses Auflösungsprozesses hervor: Die Experimentalphysik wirft für die Naturgeschichte Probleme auf, weil sie im Prinzip empirische Ursachenforschung ist, während die Naturgeschichte einem passiv-rezeptiven Begriff von Empirie verpflichtet ist. Die Naturlehre verfügt mit der Experimentalphysik fortan über ihre eigene Empirie, indem der experimentelle und der theoretische Teil innerhalb der Naturlehre unterschieden werden. Darüber hinaus erschließt die Experimentalphysik neue Phänomenbereiche der Naturlehre wie die Luftarten oder die Imponderabilien (Wärme, Elektrizität, Magnetismus, Licht), die nicht mehr Gegenstand naturhistorischer Kenntnis sind. Somit wird die Asymmetrie zwischen Naturgeschichte und Naturlehre verschärft, „da die Naturhistorie nur mehr in sehr spezifischen Hinsichten Basis der Naturlehre ist“.[81] Es handelt sich hier um einen Aspekt des „Endes der Naturgeschichte“, welches im Kontext der Systematik des Wissens im 18. Jahrhundert zu sehen ist.

Während Stichweh die Meteorologie von diesem Auflösungsprozess des Wissenssystems zunächst ausklammert,[82] scheint er für die Lichtenbergischen Figuren als einen Gegenstand der Experimentalphysik der Elektrizität unvermeidlich zu sein. Trotzdem ist in der frühen Forschung zu den Lichtenbergischen Figuren das duale Verhältnis von Naturgeschichte und Naturlehre ebenso vorherrschend wie in der zeitgenössischen Meteorologie der Wolken. Lichtenberg versucht, nach der Beschreibung der Formen der Staubfiguren auch die Ursache ihrer Entstehung zu erklären. Allerdings muss er die damit verbundenen Schwierigkeiten wiederholt eingestehen,[83] wobei ihm besonders die negativen Figuren, die er für schwer beschreibbar hält, Probleme der Erklärung

---

[80] Stichweh 1984, S. 26, 30.

[81] Ebd., S. 23-26. Zitat hier S. 26.

[82] Vgl. ebd., S. 30, 107, 474f.

[83] Lichtenberg 1997b, S. 164 (Dt. S. 165); 1997c, S. 184 (Dt. S. 185), S. 196 (Dt. S. 197).

bereiten: Er leugnet nicht, dass sich seine Vermutungen über die Entstehung der positiven Figuren nicht auf die negativen anwenden lassen, „deren außergewöhnliche Form“ auf noch irgend eine andere Ursache hinzuweisen scheint.[84] Bei Lichtenberg bildet offensichtlich die Beschreibung der Figuren das Fundament ihrer Erklärung.

Die Vorherrschaft der Beschreibung in den frühen Untersuchungen der Staubfiguren ist durch ihre Funktion als Basis der Erklärung zu verstehen. Das duale Verhältnis von Beschreibung und Erklärung wiederholt sich in der Erforschung der Lichtenbergischen Figuren um 1800, obwohl der Versuch der Erklärung dieses Phänomens dabei viel seltener auftaucht als seine Beschreibung und meistens nicht zu relevanten Erkenntnissen führt. Die Parallelität und die wechselseitigen Bezüge zwischen der Forschung zu den Staubfiguren und der zu den Wolken zeigt, dass die elektrischen Figuren zu ihrer Entdeckungszeit als ein in Bezug auf ihre Beschreibung ebenso anspruchsvolles Phänomen wie die Wolken betrachtet wurden. Umso mehr erforderten sie zuerst die Etablierung des Paradigmas der Naturgeschichte, auf deren Basis ihre Naturlehre entwickelt werden sollte. Die Lichtenbergischen Figuren und die Wolken sind Phänomene, die wegen der Unbestimmtheit ihrer Form im Zeitalter des „Endes der Naturgeschichte“ noch die methodologische Wirksamkeit der Beschreibung behaupten konnten und mussten.

5. Vom Tableau zur Tabelle

Während also in der Erforschung der Lichtenbergischen Figuren um 1800 die Beschreibung nach dem Paradigma der Naturgeschichte vorherrscht, lässt sich auf Seiten der Erklärung eine neue Tendenz erkennen. Es gibt eine Reihe physikalischer Studien, in denen die Form der Lichtenbergischen Figuren nur wenig oder gar nicht beschrieben wird. Dabei handelt es sich um die Untersuchung der Elektrizität des Pulvers, aus dem die Figuren bestehen.

Den Anfang dieser Art der Forschung macht Tiberius Cavallo, einer der ersten Forscher, die auf die Entdeckung der Lichtenbergischen Figuren reagierten. Der damals in England tätige Physiker aus Italien erklärt 1780 das Phänomen damit, dass der Harzstaub bei der Streuung durch Friktion negativ elektrisiert wird, so dass er auf dem Elektrophor nur von den positiv elektrisierten Stellen angezogen wird und die Figuren bildet.[85] Bei seinem Experiment handelt es sich um die

---

[84] „Quas enim de origine positivarum supra tentavi conjecturae, non sola signorum mutatione ad negativas adplicari possunt, quarum mira conformatio, praeter illam, quod se mutuo destruant, affectionem, essentialem quandam inter negativam ac positivam Electricitatem indicare videtur“. Lichtenberg 1997c, S. 184, 186. Dt. S. 185, 187.

[85] Cavallo 1780, S. 15-18.

Untersuchung der Elektrizität des Staubs, den er auf eine isolierte Metallplatte streut und ihre dadurch angenommene Elektrizität mit einem Elektrometer prüft (Abb. 2); hier entsteht überhaupt keine Figur, deren Form zu beschreiben wäre.

Cavallo sieht in diesem Experiment nicht nur die Erklärung der Entstehung der Lichtenbergischen Figuren, sondern auch eine neue Methode, Pulver zu elektrisieren, und untersucht auf diese Weise die Elektrizität einiger Arten von Pulver.[86] Darüber hinaus stellt er in demselben Aufsatz auch ein von ihm verbessertes neues Elektrometer vor,[87] das „Taschenelektrometer", das mittels der Anziehung und Abstoßung von zwei Korkkugeln einen geringen Grad von Elektrizität anzeigen kann.[88] Seine Arbeit wird in England von Abraham Bennet weiterentwickelt, der 1787 die Beschreibung eines auf Cavallos Messgerät basierenden „Blattgoldelektrometers" veröffentlicht und damit verschiedene Experimente mit der Elektrizität von Pulvern macht.[89]

Indessen wird auf dem Kontinent 1788 im *Journal Général de France* ein Experiment bekannt gemacht, das Charles de Villarsy vorgenommen hat. Es handelt sich um die Trennung eines Pulvergemischs von unterschiedlichen Farben bei der Herstellung der Lichtenbergischen Figuren.[90] Dabei werden auf der Harzplatte des Elektrophors mit der zuerst positiv und dann negativ geladenen Leidener Flasche Züge gemacht und darauf ein Gemisch aus Mennige und Schwefelblumen gestreut. Die positiven Züge nehmen nur die gelben Schwefelblumen an und die negativen die rote Mennige, so dass zwei Arten von Lichtenbergischen Figuren unterschiedlicher Farben zum Vorschein kommen. „Man sieht", so ist hier bemerkt, „daß dieser Versuch ein eben so leichtes als angenehmes Mittel darbietet, die Art der Elektricität eines Körpers zu prüfen".[91]

Es ist Karl Kortum, der 1795 das Experiment von Villarsy und das von Cavallo und Bennet kombiniert.[92] Der Naturforscher bemerkt die Wirkung des Materials der eingesetzten Siebe auf die Elektrizität des Pulvers und untersucht zuerst die Elektrizität verschiedenartiger Pulver, die durch

---

[86] Ebd., S. 18-20.

[87] Ebd., S. 21-26.

[88] Vgl. Hackmann 1978, S. 19.

[89] Bennet 1787. Vgl. auch Bennet 1789, wo der Verfasser sein Elektrometer und Experimente mit Pulver erneut darstellt. In diesem Buch macht Bennet auch verschiedene Versuche mit den Lichtenbergischen Figuren. Dabei beschreibt er immer die Form der Figuren, während er über die Elektrizität des Pulvers nichts sagt. Bei ihm trennt sich das Interesse an der Form von dem an der Elektrizität des Pulvers. Zum Blattgoldelektrometer von Bennet vgl. Hackmann 1978, S. 21-23.

[90] Anonymus 1788. Lichtenberg hatte dieses Experiment mit unterschiedlich farbigem Staub bereits vorgenommen und auf seinen Vorteil hingewiesen. Vgl. Lichtenberg 1997c, S. 185, 197. Dt. S. 185, 196.

[91] „On voit par-là que cette expérience offre un moyen aussi facile qu'agréable de reconnoître la manière don't un corps est électrisé." Anonymus 1788, S. 35. Dt. S. 176f.

[92] Kortum 1795. Er nennt den Versuch von Villarsy als Anlass seiner eigenen Untersuchung. Vgl. S. 1.

Siebe verschiedener Materialien gestreut worden sind, mit Bennets Elektrometer. Das Ergebnis soll nach Kortum die Wahl der zu vermischenden Pulver beim Experiment der Lichtenbergischen Figuren erleichtern, wenn man dabei nach dem Grundsatz verfahre, dass „gemischte Pulver, die sich separieren sollen, einzeln, durch einerlei Staubbeutel, entgegengesetzte Electrizitäten erlangen müssen".[93] In seinem Experiment mit dem gemischten Pulver geht es Kortum um die Art und Weise ihrer Separation; er richtet weniger Aufmerksamkeit auf die Form der dabei entstehenden Figuren, die er meistens bloß als „+E Figur" bzw. „–E Zeichnung" bezeichnet.

Es ist charakteristisch für die auf die Elektrizität von Pulver fokussierten Untersuchungen, dass die Form der Figuren zumeist außer Acht bleibt.[94] Das Interesse des Experimentators gilt in erster Linie der elektrischen Beschaffenheit des Pulvers und weniger der Form der daraus bestehenden Figuren. Dabei ist es bemerkenswert, dass Kortum das Ergebnis der Untersuchung in tabellarischer Form darstellt. Während Cavallo die von ihm untersuchte Elektrizität der Pulver in Form eines Textes beschreibt,[95] legt Kortum seiner Abhandlung eine großformatige Tabelle bei, die eine Übersicht gibt über die Art und Stärke der Elektrizität von Pulver verschiedenartiger Substanzen, abhängig von der jeweiligen Kombination mit verschiedenen Materialien der Siebe (Abb. 3). Diese Tabelle unterscheidet sich vom Tableau der Naturgeschichte schon auf den ersten Blick: Es sind nicht die Namen der einzelnen Dinge, die im Hauptteil der Tabelle von Kortum dargestellt sind, sondern die physikalischen Eigenschaften der Materie. Ein noch bedeutenderer Unterschied zwischen den beiden liegt aber in der Ordnung der Dinge: Während das Tableau der Naturgeschichte ein System der Natur im Ganzen bildet, hat die Anordnung der einzelnen Substanzen in der Tabelle von Kortum mit einer systematischen Gliederung der ganzen Materie nichts zu tun. In seiner Tabelle reihen sich zwar die Substanzen des Pulvers ungefähr nach ihren Eigenschaften gruppiert auf, aber es geht hier weder um die Klassifizierung der Substanzen noch um ihre Gesamtheit. Kortums Tabelle zeigt offensichtlich nur einen Ausschnitt aus der Natur, der willkürlich im Experiment behandelt worden ist.

Die Untersuchung der Elektrizität des Pulvers zeigt, dass in der Erforschung der Lichtenbergischen Figuren neben der klassischen Dualität von Beschreibung und Erklärung ein neuer Modus des Diskurses entsteht: eine von der Beschreibung der Form unabhängige Erklärung. Diese benötigt die Beschreibung der Staubfiguren als Grundlage nicht mehr, sondern erklärt sie

---

[93] Ebd., S. 3.

[94] Der Untersuchung des Pulvergemischs von Adolf Traugott von Gersdorf fehlt ebenfalls die Beschreibung der Form der Figuren, die er einfach „positive" bzw. „negative Zeichnungen oder Züge" nennt. Vgl. Gersdorf 1800 u. 1804.

[95] Cavallo 1780, S. 20.

unter einem gänzlich anderen Aspekt. Die Eigenschaft des neuen Diskurses, der weder Beschreibung noch Erklärung im bisherigen Sinne ist, lässt sich an der Tabelle von Kortum am deutlichsten erkennen. Sie stellt kein abgeschlossenes System der Repräsentation der Natur dar, sondern — obwohl sie fragmentarisch ist — die Natur selbst. Hier entsteht eine neue Wissensform, die sich von der Naturgeschichte und der darauf basierenden Naturlehre von Grund auf unterscheidet: eine Naturwissenschaft, die mit der fragmentarischen Natur selbst zu tun hat. Während in der Erforschung der Lichtenbergischen Figuren zu ihrer Entdeckungszeit das Paradigma der Naturgeschichte etabliert wird und über die Schwelle des 19. Jahrhunderts noch weitgehend herrscht, erlebt sie daneben zugleich das Ende der Naturlehre, des Pendants der Naturgeschichte, was als Ansatz zur neuen Naturwissenschaft gilt.

Kortums Experiment wird 1800 von Achim von Arnim modifiziert fortgesetzt.[96] Dieser streut verschiedene Gemenge von zwei Arten von Pulver auf eine positiv und negativ elektrisierte Harzplatte und untersucht ihre Separation bei der Entstehung der Lichtenbergischen Figuren. Es geht ihm um die elektrische Eigenschaft der Materien bei ihrer Wirkung aufeinander. Wie Kortum stellt auch Arnim das Ergebnis seines Experiments tabellarisch dar (Abb. 4). Der fragmentarische Charakter der Tabelle offenbart sich schon durch die Bemerkung von Arnim, dass er nicht mit allen geplanten Materien experimentiert habe.[97] Seine Tabelle weicht aber in einem bestimmten Punkt von derjenigen Kortums ab: Während Kortum die mit dem Elektrometer untersuchte Elektrizität der einzelnen Pulver mit den Zeichen + und − in die Tabelle einträgt, nennt Arnim die Farbe der jeweils entstandenen Lichtenbergischen Figuren. Die Elektrizität des einzelnen Pulvers wird an der Farbe der daraus gebildeten Figuren erkannt, worauf im Bericht zu Villarsys Experiment hingewiesen wird. Bei der Verwendung eines Gemischs aus Schwefel und Talkerde entstehen beispielsweise an der positiv elektrisierten Stelle „die Sterne etwas gelber“ und an der negativen Stelle „die Zirkel sehr weiß“, während bei gelbem und rotem Bleikalk „etwas gelber die Sterne“ und „die Zirkel etwas röther“ sind.[98] Dabei ist in seiner Tabelle die Gestalt der positiven und der negativen Lichtenbergischen Figuren in einer bis zum Äußersten reduzierten Form beschrieben: „Sterne“ und „Zirkel“. Arnims Tabelle verkörpert also die für die Forschung zu den Lichtenbergischen Figuren beschriebene Umwandlung des Paradigmas von Naturgeschichte und Naturlehre in das der Naturwissenschaft und die sich dabei ereignende Einschließung des alten

[96] Arnim 2007d, S. 237-241. Die unmittelbare Anregung zu diesem Experiment erhält Arnim von der Untersuchung des italienischen Physikers Giovanni Aldini. Vgl. Aldini 1797; Arnim 2007b. In seiner Anmerkung zu Aldinis Aufsatz erwähnt Arnim nicht nur Kortum, sondern auch Villarsy. Vgl. Arnim 2007c, S. 234f.

[97] Arnim 2007d, S. 240.

[98] Arnim 2007d, S. 238.

Paradigmas in das neue auf die anschaulichste Weise.

Bibliographie

Aldini, Giovanni (1797): Memoria intorno ad alcune elettriche esperienze. In: Annali di Chimica e Storia Naturale. Bd. 14, S. 174-210.

Anonymus (1788): [Anzeige über ein neues elektrisches Experiment von Villarsy]. In: Journal Général de France, N° 9, 19 Janvier 1788, S. 34f. Dt. in: Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte, Bd. 5 (1789), 4. St., S. 176f.

Arnim, Ludwig Achim von (1800): Electrische Versuche. In: Annalen der Physik, Bd. 5, 1. St., S. 33-78.

- (2007a): Naturwissenschaftliche Schriften I. Hrsg. von Roswitha Burwick. Tübingen: Max Niemeyer (=Werke und Briefwechsel. Historisch-kritische Ausgabe. Bd. 2).

- (2007b): Electrische Versuche von Aldini. In: Arnim 2007a, S. 224-228.

- (2007c): Anmerkungen zur Geschichte der von Aldini und Fabroni in den vorhergehenden Aufsätzen beschriebenen Versuche. In: Arnim 2007a, S. 233-235.

- (2007d): Electrische Versuche. In: Arnim 2007a, S. 237-263.

Badt, Kurt (1960): Wolkenbilder und Wolkengedichte der Romantik. Berlin: Walter de Gruyter.

Bennet, Abraham (1787): Description of a new Electrometer. In: Philosophical Transactions, Vol. 77, Part I, S. 26-34.

- (1789): New Experiments on Electricity. Derby: John Drewry.

Bourguet, David Ludwig (1798): Grundriß der Naturlehre. Ein Leitfaden bei Vorlesungen. Berlin: Carl Ludwig Hartmann.

Cavallo, Tiberius (1780): An Account of some new Experiments in Electricity, with the Description and Use of two new Electrical Instruments. In: Philosophical Transactions, Vol. 70, Part I, S. 15-29.

Deluc, Jean André (1786-87): Ideés sur la météorologie. 2 Bde. London: T. Spilsbury. Dt. Neue Ideen über die Meteorologie. 2 Teile. Berlin u. Stettin: Friedrich Nicolai.

Foucault, Michel (1974): Die Ordnung der Dinge. Eine Archäologie der Humanwissenschaften. Aus dem Französischen von Ulrich Köppen. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

Gamper, Michael (2009): Elektropoetologie. Fiktionen der Elektrizität 1740-1870. Göttingen: Wallstein.

Gehler, Johann Samuel Traugott (1787-96): Physikalisches Wörterbuch oder Versuch einer Erklärung der vornehmsten Begriffe und Kunstwörter der Naturlehre. Leipzig: Schwickert.

- (1825-45): Physikalisches Wörterbuch. Neu bearbeitet von Brandes, Gmelin, Horner, Muncke, Pfaff. Leipzig: Schwickert.

Gersdorf, Adolph Traugott von (1800): Über einige neue elektrische Versuche. In: Neue Lausizische Monatschrift 1800. 1. Teil, 1. St., S. 103-116.

- (1804): Eine neue merkwürdige Beobachtung über die verschiedenen Arten der Electricität, welche fein gepulverte färbende Substanzen durchs Durchpudern für sich, und in Verbindung mit einander, als Gemenge, annehmen. In: Annalen der Physik. Bd. 17, 2. St., S. 200-204.

Goethe, Johann Wolfgang (1989): Schriften zur allgemeinen Naturlehre, Geologie und Mineralogie. Hrsg. von Wolf von Engelhardt u. Manfred Wenzel. Frankfurt a. M.: Deutscher Klassiker Verlag (=Sämliche Werke. Briefe, Tagebücher und Gespräche. I. Abt., Bd. 25).

Graczyk, Annette (2004): Das literarische Tableau zwischen Kunst und Wissenschaft. München: Wilhelm Fink.

Guldin, Rainer (2006): Die Sprache des Himmels. Eine Geschichte der Wolken. Berlin: Kulturverlag Kadmos.

Hackmann, Willem Dirk (1978): Eighteenth Century Electrostatic Measuring Devices. In: Annali dell' instituto e museo di storia delle scienza di Firenze 3, S. 3-58.

Hamblyn, Richard (2001): The Invention of Clouds. How an Amateur Meteorologist Forged the Language of the Skies. London: Picador.

Howard, Luke (1803): On the Modifications of Clouds, and on the Principles of their Production, Suspension, and Destruction. In: The Philosophical Magazine. Vol. 16, S. 97-107, 344-357; Vol. 17, S. 5-11.

- (1811): The Natural History of Clouds. In: A Journal of Natural Philosophy, Chemistry, and the Arts. Vol. 30, S. 35-62.

- (1815): Versuch einer Naturgeschichte und Physik der Wolken. Frei bearbeitet von [Ludwig Wilhelm] Gilbert. In: Annalen der Physik. Bd. 51, 1. St., S. 1-48.

- (1818-20): The Climate of London, Deduced from Meteorological Observations, Made at Different Places in the Neighbourhood of the Metropolis. 2 Bde. London: W. Phillips.

Hübner, Marita (2010): Jean André Deluc (1727-1817). Protestantische Kultur und moderne Naturforschung. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.

Janković, Vladimir (2000): Reading the Skies. A Cultural History of English Weather, 1650-1820. Manchester: Manchester University Press.

Kortum, Karl (1795): Separation verschiedener Pulvergemische durch electrische Affinität, und Untersuchung der Electricität von einer Anzahl Pulver. In: Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte. Bd. 10, 2. St., S. 1-15.

Lamarck, Jean-Baptiste (1802): Sur la forme des nuages. In: Annuaire météorologique, pour l'an X, N° 3, S. 149-164.

- (1805): Nouvelle définition des termes que j'emploie pour exprimer certains formes de nuages qu'il importe de distinguer dans l'annotation de l'état du ciel. In: Annuaire météorologique, pour l'an XIII, N° 6, S. 112-133.

Lepenies, Wolf (1976): Das Ende der Naturgeschichte. Wandel kultureller Selbstverständlichkeiten in den Wissenschaften des 18. und 19. Jahrhunderts. München: Carl Hanser.

- (1986): Johann Joachim Winckelmann. Kunst- und Naturgeschichte im achtzehnten Jahrhundert. In: Thomas

W. Gaehtgens (Hrsg.): Johann Joachim Winckelmann 1717-1768. Hamburg: Felix Meiner, S. 221-237.

[Lichtenberg, Georg Christoph] (1778): [Anzeige über die Vorlesung in der öffentlichen Versammlung der Königlischen Sozietät der Wissenschaften am 21. Februar 1778]. In: Göttingische Anzeigen von gelehrten Sachen 1778, Bd. 1, 43. St., S. 345-348.

Lichtenberg, Georg Christoph (1778): De nova methodo naturam ac motum fluidi electrici investigandi. Commentatio prior, experimenta generaliora continens. In: Novi Commentarii Societatis Regiae Scientiarum Gottingensi, Tom. VIII (1778), Commentationes physicae et mathematicae classis, S. 168-180.

- (1781): Anmerkungen über einen Aufsatz des Hrn. Tiberius Cavallo in den Philosophical Transactions Vol. 70. P. I. p. 15. In: Göttingisches Magazin der Wissenschaften und Litteratur, Jg. 2, 4. St., S. 129-136.

- (1983-2004): Briefwechsel. Hrsg. v. Ulrich Joost u. Albrecht Schöne. München: C. H. Beck.

- (1997a): Observationes. Die lateinischen Schriften. Hrsg. von Dag Nikolaus Hasse. Göttingen: Wallstein.

- (1997b): De nova methodo naturam ac motum fluidi electrici investigandi. Commentatio prior, experimenta generaliora continens / Über eine neue Methode, die Natur und Bewegung der electrischen Materie zu Erforschen. Erste Abhandlung, allgemeinere Experimente enthaltend. In: Lichtenberg: 1997a, S. 142-167.

- (1997c): Commentatio posterior super nova methodo motum ac naturam fluidi electrici investigandi / Zweite Abhandlung. Über eine neue Methode, die Bewegung und Natur der elektrischen Materie zu erforschen. In: Lichtenberg 1997a, S. 172-201.

Mayer, Johann Tobias (1801): Anfangsgründe der Naturlehre zum Behuf der Vorlesungen über die Experimental-Physik. Göttingen: Heinrich Dieterich.

Meister, Albrecht Ludwig Friedrich (1780): Beobachtungen merkwürdiger Gestalten der Wolken. 1779. In: Göttingisches Magazin der Wissenschaften und Litteratur, Jg. 1, 1. St., S. 38-68.

Metzger, Stefan (2002): Guter Rat. Konsensualismus, Autorisierung und Experiment bei Lichtenberg. In: Deutsche Vierteljahrsschrift für Literaturwissenschaft und Geistesgeschichte 76, S. 608-642.

Middleton, W. E. Knowles (1965): A History of the Theories of Rain and other Forms of Precipitation. London: Oldbourne.

Moiso, Francesco (1994): Magnetismus, Elektrizität, Galvanismus. In: Schelling 1994, S. 221-372.

Parrot, Georg Friedrich (1811): Grundriß der theoretischen Physic zum Gebrauch für Vorlesungen. 2. Teil. Dorpat/Riga: Johann Friedrich Meinshausen.

Poppe, Johann Heinrich Moritz (1825): Neue und ausführliche Volks-Naturlehre, dem jetzigen Standpunkte der Physik gemäß sowohl zum Selbstunterricht für denkende Bürger, Landleute und andere Liebhaber, als auch zum Gebrauch in Schulen. Tübingen: C. F. Osiander.

Schelling, Friedrich Wilhelm Joseph (1994): Historisch-kritische Ausgabe. Ergänzungsband zu Werke Bd. 5

bis 9. Wissenschaftshistorischer Bericht zu Schellings naturphilosophischen Schriften 1797-1800. Stuttgart: Frommann-Holzboog.

Schöne, Albrecht (1970): Über Goethes Wolkenlehre. In: Der Berliner Germanistentag 1968. Vorträge und Berichte. Hrsg. von Karl Heinz Borck u. Rudolf Henss. Heildelberg: Carl Winter, S. 24-41.

Stichweh, Rudolf (1984): Zur Entstehung des modernen Systems wissenschaftlicher Disziplinen. Physik in Deutschland 1740-1890. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

Suckow, Georg Adolph (1813): Anfangsgründe der Physik und Chemie nach den neuesten Entdeckungen. 1.Teil. Augsburg/Leipzig: E. H. Stage.

Troostwyk, A. Paets van / C. R. T. Krayenhoff (1790): Ueber die Lichtenbergischen Figuren auf dem Elektrophor. In: Sammlungen zur Physik und Naturgeschichte von einigen Liebhabern dieser Wissenschaften, Bd. 4, 4. St., S. 357-395.

Tscharner, Beat von (1830): Handbuch der Experimental-Physik zur Selbstbelehrung und zum Gebrauche bei Vorlesungen. Neue, vermehrte Aufl. Frankfurt a. M.: Joh. Christ. Hermann.

Werrett, Simon (2010): Fireworks. Pyrotechnic Arts and Sciences in European History. Chicago, London: The University of Chicago Press.

Abbildungen

Abb. 1 Abbildung der Staubfiguren in Lichtenbergs erster Abhandlung. Aus: Lichtenberg 1778, Tab. I.

Abb. 2 Untersuchung der Elektrizität des Pulvers von Cavallo. Aus: Cavallo 1780, Tab. I.

Abb. 3 Tabelle der Elektrizität des Pulvers von Kortum. Aus: Kortum 1795.

Abb. 4 Tabelle der Trennung des Pulvergemisches von Arnim. Aus: Arnim 1800, S. 35.

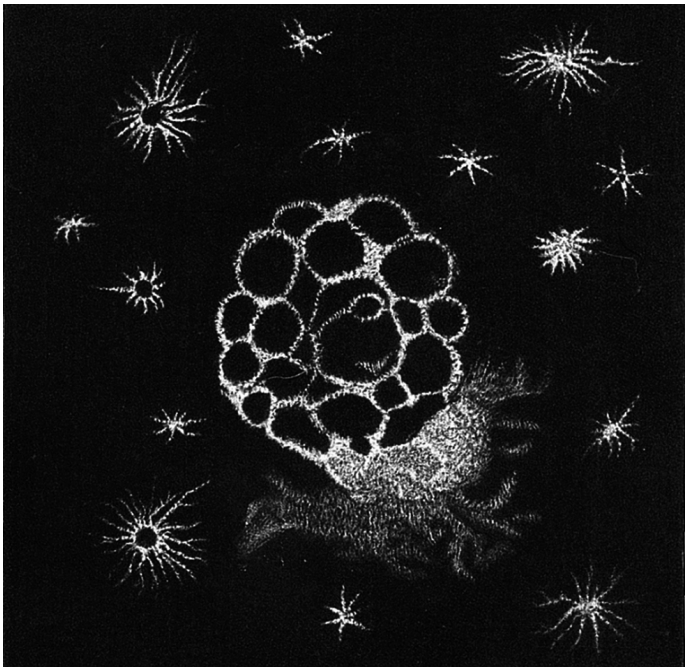

Abb. 1 Abbildung der Staubfiguren in Lichtenbergs erster Abhandlung

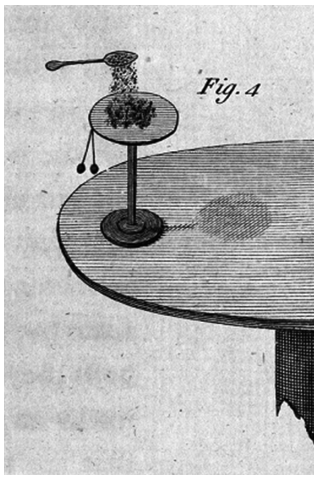

Abb. 2 Untersuchung der Elektrizität des Pulvers von Cavallo

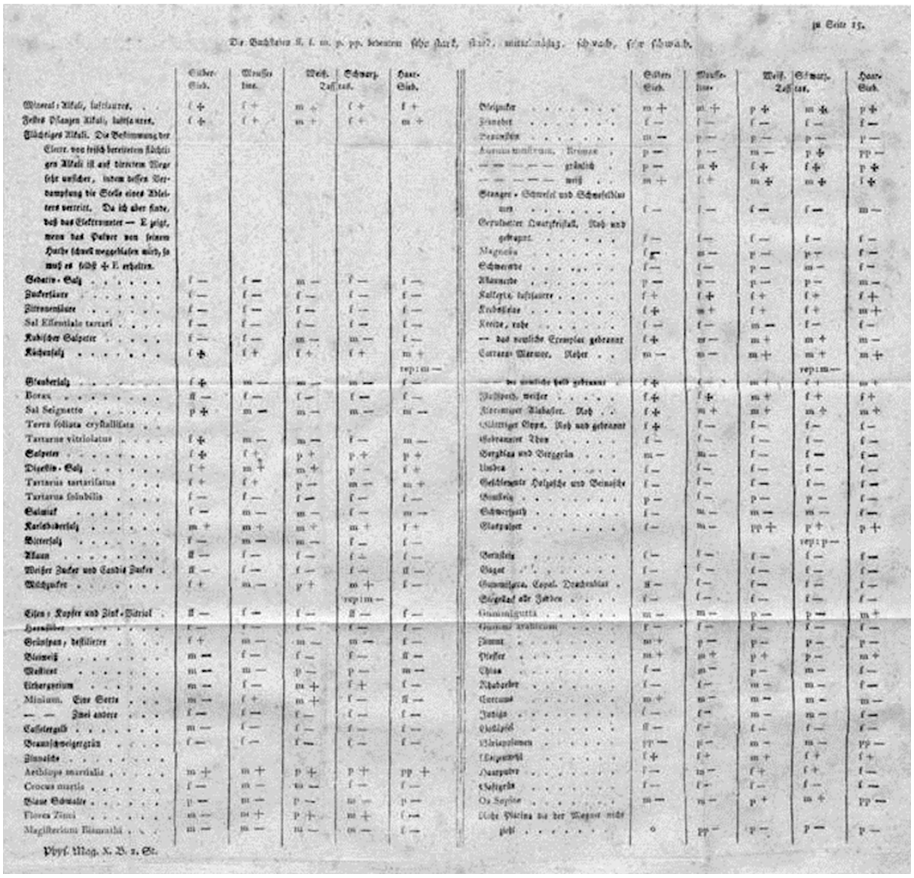

Abb. 3 Tabelle der Elektrizität des Pulvers von Kortum

Versuch		
1	Schwefel und Braunsteinkalk	+ wenig geschieden, die Sterne etwas blässer
2		— die Zirkel mehr dunkel
3	Schwefel und Talkerde	+ die Sterne etwas gelber
4		— die Zirkel sehr weiss
5	Braunstein und Talkerde	— kein merkbarer Unterschied
6		+ eben so
7	Gelber und rother Bleikalk	+ etwas gelber die Sterne
8		— die Zirkel etwas röther
9	Rother Bleikalk und Zinkkalk	+ die Flecken weiss
10		— nicht merkl. unterschieden
11	Rother Bleikalk u. Kupferkalk	+ die Sterne grünlich
12		— die Flecken röthlich
13	Kupferkalk u. Schmalte	+ nicht merklich verschieden
14		—
15	Kupferkalk u. Schwefel	+ nicht merklich verschieden
16		—
17	Kupferkalk u. weisser kohlensaurer Bleikalk	+ nicht merklich verschieden
18		—
19	Schmalte u. rother Bleikalk	+ eben so
20		—

Abb. 4 Tabelle der Trennung des Pulvergemisches von Arnim