

Hartmut Böhme

## DAS UNSICHTBARE – MEDIENGESCHICHTLICHE ANNÄHERUNGEN AN EIN PROBLEM NEUZEITLICHER WISSENSCHAFT

### 1. Die Experimente mit dem Unsichtbaren

Das Unsichtbare – allgemeiner: das An-Ästhetische, das den menschlichen Sinnen entzogen ist – hat in den Religionen und der Philosophie eine reiche Tradition, um die es hier nicht gehen wird. Es werden darum Unterscheidungen vorgenommen, die es ermöglichen, weite Bereiche des Unsichtbaren von vornherein auszugrenzen.<sup>1</sup> Die erste Unterscheidung ist einfach: man kann das, was *prinzipiell* der Sphäre des Anästhetischen angehört, von dem unterscheiden, was zwar nicht in die Fenster der Sinne fällt, aber durch mediale Darstellungstechniken gleichwohl den Sinnen präsentiert werden kann. Mit Descartes mag man sagen: was der *res cogitans* angehört, ist prinzipiell anästhetisch, das Denken selbst wie das Gedachte oder das bloß Denkbare. Dies ist hier nicht Thema. Behandelt wird auch nicht die kulturgeschichtlich höchst wirkungsvolle Tatsache, dass der Mensch als »animal symbolicum« (E. Cassirer) sich mit dem Anästhetischen bloßer Denk-Objekte niemals abgefunden hat. Ein Beispiel: Numinose Mächte wie Götter mögen wir kategorial dem Außersinnlichen zuschlagen; die Geschichte der Religionen aber zeigt, dass eine ihrer wesentlichen Funktionen darin besteht, in Auditionen, Visionen oder Verkörperungen mediale Evidenzen mit Zeugnischarakter für die »Realität« des Übersinnlichen hervorzubringen. Religionen sind die großen Entdecker einer performativen Medialität, also eines Mechanismus, der im Prozess der Darstellung zugleich erzeugt, was er repräsentiert.<sup>2</sup> Auch hiervon ist im folgenden nicht die Rede.

Ferner werden Vorgestelltes und Dargestelltes unterschieden. Viele Denkobjekte werden in sinnlichen Formen vorgestellt, verlassen aber nicht den »inneren Sinn«, also die Einbildungskraft, die durchweg im Schema der Sinne operiert, ohne auf äußere Objekte zu referieren. Vorgestelltes meint fiktive bzw. imaginäre Objekte. Vorgestelltes kann in Dargestelltes überführt werden, wenn z.B. Albrecht Dürer (Abb. 1) seinen Sintflut-Traum aus der Nacht vom 7. zum 8. Juni 1525 am Morgen in doppelter Weise medial transformiert: er aquarelliert sein Traum-Bild und setzt darunter in

1 Zur phänomenologischen Unterscheidung vgl. Merleau-Ponty 1986.

2 Barasch 1998.

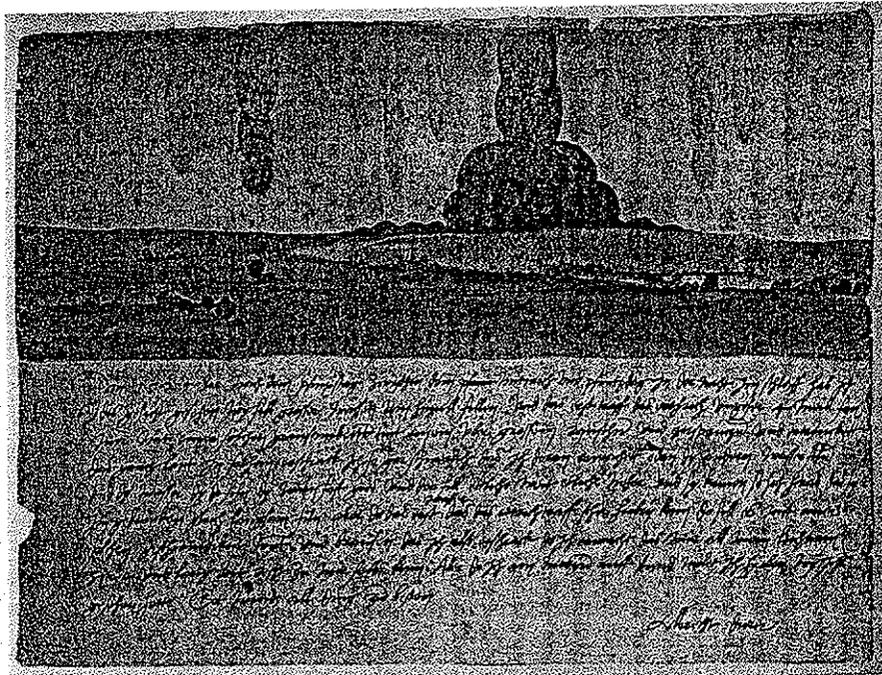


Abbildung 1: Albrecht Dürer: Traumgesicht.  
Wasserfarben und Handschrift auf Papier.

Schrift den Trauminhalt.<sup>3</sup> Damit verlässt Dürer, um die treffliche Unterscheidung Heraklits aufzunehmen, die ›Welt für sich allein‹ und betritt mit dem Bild/Schrift-Objekt, das er, seinen Traum darstellend, schafft, die Sphäre, die allen gemeinsam ist, eine intersubjektive Welt. Die Geschichte der Medien wäre auch zu rekonstruieren als Geschichte solcher Darstellungstechniken, durch die ›das Gemeinsame‹ (*to koinón*) sich vom privaten Für-Sich, dem *idios kósmos* Heraklits, abhebt (DK 22 B 26, B 72, B 17). Alle Darstellung, wenn man sie kategorial an Medialität, Versinnlichung und Performativität bindet, überschreitet den *idios kósmos* in Richtung auf eine intersubjektiv sinnliche Welt, die prinzipiell dem Logos zugänglich und darum erkennbar ist: das meint das Heraklitsche *to koinón* des Logos oder der Phronesis (DK 22 B 2, B 113).<sup>4</sup> Freilich gibt es ebenfalls seit Heraklit

3 Böhme 1995.

4 Man kann, nach Heraklit, das Private des ›inneren Bildes‹ (etwa der Traum) vom Intersubjektiven der gemeinsam geteilten sinnlichen Objektwelt und beides vom Allge-

und radikalisiert bei Descartes ein Misstrauen gegenüber der ›Gemeinsamkeit‹ der sinnlichen Welt. Philosophie hegt einen systematischen Zweifel, ob das Sinnliche logosfähig sei und uns nicht vielmehr über die Welt täuscht, wir also gerade, wenn wir sinnlich wahrnehmen, in die ›Idiotie‹ des Traumes versinken.

Technische Medien sind der Versuch, die sinnliche Welt, die sich als *idios kósmos* verdächtig macht, so zu kontrollieren, dass dabei die sinnliche Erfahrung zum ›Gemeingut‹, zum ›allgemeinen Besitz‹ und damit auch zum ›Gemeinwohl‹, also *to koinón* wird.<sup>5</sup> Medien arbeiten durch ihre transformatorische und darstellerische Kraft den Logos am Sinnlichen heraus. Darum soll es im folgenden gehen. Ich konzentriere mich dabei auf die Entstehung der *new sciences* im 17. Jahrhundert. Denn hier wird eine für die Moderne grundlegende Doppelstruktur kreiert: um Logos, also Wissenschaft, zu erzeugen, müssen wir der ›Welt des Augenscheins‹ radikal misstrauen; zugleich werden in medial kontrollierten Experimentalsituationen sinnliche Darstellungen von bisher völlig unbekanntem Welten geschaffen, die zum Modell einer neuen mediologisch operierenden Episteme werden.<sup>6</sup>

Hierbei spielt ›das Unsichtbare‹ eine zentrale Rolle. Damit sind nicht länger nur die außersinnlichen Objekte wie Gott, Unsterblichkeit, Engel etc. gemeint; sie werden von den *new scientists* aus dem Kreis der ›epistemischen Dinge‹<sup>7</sup> ausgeschlossen. Gemeint sind aber auch nicht die ›unsichtbaren‹ Kategorien wie Ursache, Kraft, Raum, Zeit usw. Sie sind begriffsanalytisch zu klären oder mathematisch zu konstruieren, sie sind also abstrakt. Doch sie sollen ›physikalisiert‹ werden und d.h. man benötigt Darstellungsschemata, welche erlauben, diese Kategorien auf physische Objekte so zu beziehen, dass dabei eine Erkenntnisordnung der sinnlichen Welt entsteht. Diese aber meint nicht mehr den sensorischen Raum der natürlichen Sinne, sondern die experimentell-mediologisch geregelte Welt der Beobachtung. Hierbei nun kommen mediale Prozesse zur Erzeugung von Phänomenen, die kontrolliert zu beobachten und begrifflich zu synthetisieren sind, kommen also ›Experimentalsysteme‹ ins Spiel. Das ist das eine. Das andere, bei dem die mediale Darstellung und Kontrolle des Unsichtbaren zentral wird, sind jene Objektbereiche, die den alltagsnah operierenden Sinnen entgehen, aber für die Inaugurierung der *new sciences*

5 ›Gemeingut‹, ›allgemeiner Besitz‹ und ›Gemeinwohl‹ sind Bedeutungsebenen von *to koinón*.

6 Zum Visualprimat, das für das agonale Verhältnis von Sichtbarmachung und Unsichtbarkeit eine historisch überragende Rolle spielt, vgl. Pape 1995. Zur Kritik des ›Okularzentrismus‹ der französischen Philosophie im 20. Jahrhundert vgl. Jay 1994; Kravagna 1997.

fundamental sind. Dies sind vor allem vier Objektfelder: Erstens; die Öffnung und Zergliederung des opaken Leibes-Inneren, das durch die Haut als Organ der Körper-Integrität verhüllt, aber auch symbolisch sekretiert war. Anatomische Visualisierung begründet die Verwissenschaftlichung der Medizin. Zweitens; die Erschließung der makroskopischen Welt durch die Erfindung des Teleskops. Es hat die Astronomie und Astrophysik zur Folge. Drittens; die Erschließung der mikroskopischen Welt durch das Mikroskop, das die Biologie, später auch die Medizin und Mikrophysik auf neue Grundlagen stellt. Viertens; die experimentelle Darstellung des Vakuums, ohne die nicht nur eine Reihe von pneumatisch-hydraulischen Techniken, sondern physikalische Konzepte von Bewegung, Kraft und Raum, also die Mechanik nicht möglich gewesen wären. Bei diesen vier Formen des Unsichtbaren handelt es sich nicht um das metaphysisch oder kategorial Unsichtbare, sondern um einen historischen Schub der medialen Sichtbarmachung des *vormals* Unsichtbaren, von dem die *new scientists* behaupten; dass es »real« in der Welt sei, ja gegenüber der »Welt des Augenscheins« sogar das Überwiegende dieser Welt darstelle. Man kann vertreten, dass diese Erweiterung der Sichtbarkeit durch Experimente, Instrumente und Medien eine Korrespondenz zur Malerei aufweist, die ebenso auf die Sichtbarmachung des ehemals Unsichtbaren oder des nicht Bildwürdigen zielt.<sup>8</sup>

Im 17. Jahrhundert herrscht ein Widerstreit: zum einen setzt sich die Überzeugung durch, dass, was den »unbewaffneten« Sinnen zugänglich ist, ein falsches Welt-Bild erzeugt. Die sog. »Rettung der Phänomene«<sup>9</sup>, wie sie bei den Verteidigern des aristotelisch-ptolemäischen Systems praktiziert wird, erweist sich als der Irrweg, auf dem man dem falschen Zeugnis des Auges vertraut. Zum anderen herrscht, wie schon Alewyn bemerkt, ein »schrakenloses Bedürfnis nach Versinnlichung und nach Versichtbarung«<sup>10</sup>, also ein Bedarf visueller, medial performierter Evidenzen. Finden wir einerseits überall Illusionseffekte ins Werk gesetzt, nicht um die »Wirklichkeit zu sichern, sondern um sie zu erschüttern, nicht um auch noch dem Schein Wirklichkeit zu verleihen, sondern um auch die Wirklichkeit in Schein zu verwandeln«<sup>11</sup>, so zeigt sich andererseits eine prononcierte Verlängerung des überlieferten Visualprimats gerade in den methodisch zwei-

felnden Experimentalwissenschaften: nichts hat Chance, als szientifische Tatsache anerkannt werden, wenn es nicht sichtbar gemacht, beobachtet, kontrolliert, medial dargestellt und berechnet werden kann. Hier ist das Unsichtbare nicht eine metaphysische Kategorie, von wo aus die Wirklichkeit dieser Welt zum Schein degradiert wird. Sondern das Unsichtbare ist eine historisch relative Grenzkategorie des potentiell Sichtbaren, die Markierung zwischen dem »bisher schon« Sichtbaren und dem »noch« Unsichtbaren. Diese Ent-Substanzialisierung des Unsichtbaren rührt daher, dass zwischen die tradierten Kategorien von Sichtbarkeit und Unsichtbarkeit sich erstmalig auf breiter Front technische Darstellungsmedien schieben: die anatomische Visualisierung, Fernrohr und Mikroskop sowie die Vakuum-Technik. Sie alle binden das Verhältnis von Sichtbarkeit und Unsichtbarkeit an den historischen Stand der technischen Leistungsfähigkeit von Medien, nicht mehr an Scheidungen im Ontologischen. Dies ist ein tiefer epistemologischer Einschnitt.

Gleichwohl gilt: Alles Sichtbargemachte ist durch das markiert, was dabei unsichtbar bleibt.<sup>12</sup> Man sieht nur, was man sieht; nicht, was man nicht sieht. Und oft sieht man nicht, was zu sehen wäre; oder man sieht etwas, was nicht da ist. Obwohl der Horizont des Sichtbaren mikro- wie makrokosmisch ungeheuer erweitert wird, wodurch eine neue Semantik des Erhabenen entsteht, ist der Vorrat des Unsichtbaren niemals aufzubrechen. Denn mit dem Horizont des Sichtbaren wächst, wie man in Abwandlung von Virilio sagen kann, der »negative Horizont«<sup>13</sup> des Unsichtbaren mit; aber nicht einmal das kann man eigentlich wissen. Die kognitive, auch malerische Entdeckung des Horizonts hängt sowohl mit dem neuzeitlichen Bewusstsein von der Relativität des Standorts, von dem aus die sinnliche Welt konstruiert wird, wie mit der Erfahrung der Verschiebbarkeit des Horizonts zusammen, der gleichwohl unerschöpflich und unüberschreitbar bleibt. An jede Erweiterung der Erfahrung ist ein Unerfahrbares, an jede Sichtbarmachung ein Unsichtbares gekettet.<sup>14</sup> Die Darstellungsmedien verwandeln das Unsichtbare zu einem bloßen Komparativ des schon Visualisierten. Der Ehrgeiz ist es, ins noch Feinere des Körpergewebes, ins noch Kleinere der subliminalen Welt, ins noch Tiefere des Weltalls oder vom Fein-Vakuum zum Ultravakuum vorzudringen. Dieser Medieneffekt führt die Schauer des Unendlichen mit sich, den Schwindel des unendlich Großen und Kleinen, den Abgrund der absoluten Leere – dies hatte zuerst Blaise Pascal als Effekt der wissenschaftlichen Revolutionen klar erkannt. So erzeugen die stupenden Erfolge der experimentellen

<sup>8</sup> Krüger 2000.

<sup>9</sup> Diese Formel, die bei Platon und Aristoteles ausdrückt, dass die Ordnung der Phänomene auch bei Geltung der idealen epistemischen Ordnung »gerettet« werden könnte, wird immer wieder von Nicht-Idealisten vertreten. Vgl. Mittelstraß 1962; Schweizer/Wildermuth 1981; Rehbock 1995.

<sup>10</sup> Alewyn/Sälzle 1959.

<sup>11</sup> Ebd. S. 77.

<sup>12</sup> Matl 1999, S. 31-45; Nowotny 1994, S. 14-35; Huber/Heller 1999.

<sup>13</sup> Virilio 1989.

<sup>14</sup> Koschorke 1990.

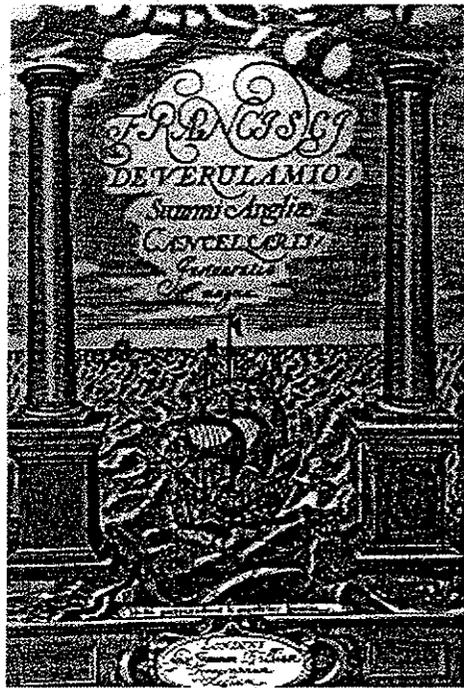


Abbildung 2: Frontispiz zu Francis Bacon: *Instauratio Magna*.

Visualisierungen auf Dauer neue Grenzen, die unüberschreitbar sind: man kann die Größe bestimmter subatomarer Elementarteilchen nicht unterschreiten; das von Bruno inaugurierte erhabene Unendlichkeitspathos bricht sich an der Unüberschreitbarkeit der Lichtgeschwindigkeit, welche das Weltall zwar immens, aber begrenzt sein lässt; ein absolutes Vakuum gibt es nicht, weil die Hintergrundstrahlung ubiquitär ist.

Gleichwohl kann man sagen, dass alle medientechnischen Anstrengungen der Experimentalwissenschaften des 17. Jahrhunderts im Zeichen des »Plus Ultra«, der scheinbar unlimitierten Überschreitung des Sichtbarkeits- und Erfahrungshorizonts im Zeichen des unendlich Kleinen und Großen stehen. Francis Bacon hatte auf dem Frontispiz der »Instauratio Magna« von 1621 die Wissenschaft unter ein aufschlussreiches Emblem gesetzt (Abb. 2): eine Kogge kommt von großer Fahrt reich beladen zurück und durchfährt die Säulen des Herkules, die seit Pindar<sup>15</sup> unter dem Verdikt des

15 Pindar, 3. Nemeische Ode: *Auch hat ja der Held und Gott/ den Schiffen zum Grenziel gesetzt/ die erhabenen Zeichen./ Schrecklich Gezücht der See/ traf er mit Tod,/ Und die Gewässer durchforscht er selbst, wo's am seichtesten fließt./ Zum Letzten kam er; es drängt ihn zur Heimkehr. Der Erdkreis ward/ von ihm durchmessen./ ...Nach draußen sich wenden, dient/ dem Menschen nur wenig. Daheim suche/ und*

»Nec plus ultra« gestanden hatten. Lange hatten die *Herakleioi stelai* als Schranke einer *infelix transmigratio* (Huldebert von Lavardin<sup>16</sup>), als »Tabu der Abschreckung«<sup>17</sup> vor fremden Räumen gegolten. Unterdessen hatte man die Meere jenseits der Herkuleischen Säulen zu navigieren gelernt und begann nun, auch die mikro- und makroskopischen Unendlichkeiten, aber auch die Leere, das Nichts, das vom *horror vacui* bewacht wurde, in medialen Experimenten zu erobern. Experimentalwissenschaft nach Bacon hieß, aus den schreckenunwitterten Räumen des Unendlichen mit reicher Wissensbeute zurückzukehren in die heimatischen Provinzen diesseits der Säulen des Herakles. Nach der kolumbianischen Eroberung schickte sich das szientifische 17. Jahrhundert an, mit jenen Räumen in einen medial-experimentellen Verkehr zu treten, welche vom alten *curiositas*-Verbot<sup>18</sup> verschlossen gewesen waren. Francis Bacon setzte in diesem Sinn unter sein Frontispiz die bedeutungsschwere Subscriptio: *Multi pertransibunt & augetur scientia* (Daniel 12,4).<sup>19</sup>

Die Säulen des Herkules waren Symbole einer Welt »von Dingen, die keiner je sah«. Das unruhige, unstete, unberechenbare, Neugier erweckende Meer, welches das Meer der Sünde und des metaphysischen Schiffbruchs symbolisierte, wurde zum beherrschbaren Raum menschlicher Fertigkeiten: Motor des Fortschritts. Dieser realen wie symbolischen Raumeroberung folgte die medial-experimentelle Raumrevolution nach. Neuzeitliche Wissenschaftler folgen dem Imperativ der unbedingten Visualisierung von Räumen, die ehemals von metaphysischen oder mentalen Tabus umstellt waren. Dazu benötigen sie wie niemals zuvor Medien der Sichtbarma-

*du findest köstliche Schätze für lieblichen Sang.* Mit der Errichtung der *Herakleioi stelai* an der Enge von Gibraltar hat Herkules, indem er den Atlantik gleichsam mental verschloss, den Kulturkreis bestimmt: typisch für Pindar lenkt er die Bewegung zurück ins Heimatlich-Vertraute. Bloch 1982, S. 886 f.

16 Die Kategorie *infelix transmigratio* nach Ohly 1976, S. 512.

17 Bloch 1982, S. 887.

18 Blumenberg 1973, S. 141; Daston 1994, S. 35-59 u. 2001.

19 In der Vulgata lautet es: *Plurimi pertransibunt, et multiplex erit scientia.* Sinngemäß: »Viele werden es durchforschen, und die Erkenntnis wird dabei wachsen.« Von Daniel her erhalten die Baconische »Instauratio Magna« und die überseeische Eroberung der Welt den Status einer endzeitlichen Öffnung des Buchs der Prophezeiung und damit: Eröffnung des Neuen Paradieses. Bei Daniel hieß das: das Ende der babylonischen Gefangenschaft und der Idolatrie. Die Baconische Kritik der Idole im »Novum Organum« ist also die Bedingung zur Schaffung von »Nova Atlantis«: von der Aufklärung zur Utopie. Das Ende der »Gefangenschaft« heißt nun: Ende des Mittelalters, das damit den Status von Babylon hat. Man erkennt die grandiose Befreiungsgeste, die Bacon in Anspruch nimmt. »Nova Atlantis« ist die Figur einer heilsgeschichtlichen Verheißung. Der Vater der experimentellen Philosophie ist ein Theologe der Ratio.

20 Müller 1984, S. 255.

chung, denn ihre Objekte sind durchweg unsichtbar. Man kann bestimmte zu weit entfernte oder zu kleine Objekte nicht sehen; man kann Kraft nicht sehen, das Vakuum nicht, Fallgesetze nicht. Das heißt, man muss Wirkungen sichtbar und studierbar machen von etwas, das selbst unsichtbar ist. Aber diese Wirkungen muss man selbst herbeiführen, fixieren, darstellen, messen und berechnen. Hierzu bedarf es medientechnisch hochgerüsteter Experimentalordnungen.

Der vorkritische Kant wird später, in Abwandlung des Heraklitischen Wortes, wonach die Natur sich zu verbergen pflegt (DK 22 B 123), angesichts des Erdbebens von Lissabon sagen, das Kant wie ein gewaltiges Experiment der Natur selbst zwecks Bewährung physikalischer Gesetze benutzt: »Was aber die Natur unserm Auge und unsern unmittelbaren Versuchen verbirgt, das entdeckt sie selber durch ihre Wirkungen.«<sup>21</sup> Der Kritiker Kant wird genauer formulieren: »die Vernunft sieht nur das ein, was sie selbst nach ihrem Entwurfe hervorbringt« (KdrV B 12). Wir sehen nur (ein), was wir erzeugen. Ubi generatio, ibi cognitio.<sup>22</sup> Doch gegenüber dem wachen Medienbewusstsein der Wissenschaftler des 17. Jahrhunderts hat der Theoretiker Kant die Rolle der Medien in den experimentellen Arrangements der Erscheinungen, die wir kategorial ordnen und synthetisieren, wieder vergessen. Genauer: er hat die Funktion der Medien in seinem Begriff des »Schematismus« verborgen. Transzendente Schemata, welche zwischen konkreter Anschauung und abstraktem Begriff »vermitteln«, verkürzt Kant auf eine »verborgene Kunst in den Tiefen der menschlichen Seele«, »wodurch Bilder erst möglich werden«, Bilder, die das »Produkt und gleichsam ein Monogramm der reinen Einbildungskraft a priori« (KdrV B 181) seien. Dieses primordiale Bildvermögen, dieser Schematismus möglicher Gegenstände der Erfahrung aber – und das hat Kant übersehen – ist bereits im 17. Jahrhundert »technisch aufgerüstet« und »mediakneu modelliert worden. Der Schematismus ist also nicht mehr nur ein apriorisches Konstruktionsprinzip, sondern er ist selbst ein Effekt der historischen Experimentalsysteme und ihrer kompakten Medientechnik. Die Vernunft, so sollte es heißen, sieht nur das ein, was sie selbst nach ihrem Entwurfe und im Schema der eingesetzten Experimentalmedien hervorbringt.

In »Amintors Morgen-Andacht« (1791) von Georg Christoph Lichtenberg heißt es anlässlich von Teleskopen und Brillen, »dass der Mensch zwar nicht die Macht hätte die Welt zu modeln wie er wolle, aber dafür die

21 Kant 1985, S. 85. Vgl. dazu Held 1997, S. 11–32.

22 Diesen Grundsatz hat schon Hobbes aufgestellt (Hobbes 1997, S. 23). Wir wissen nur, was wir können. Das entspricht dem Grundsatz von Vico: *verum et factum convertuntur*: Vico 1990.

Macht Brillen zu schleifen, wodurch er sie schier erscheinen machen könne wie wir wollen.«<sup>23</sup> Dies ist eine medientheoretisch und experimentaltgeschichtlich wichtige Bemerkung. Denn sie erklärt, dass wir nicht durch das transzendente Schema, sondern erst durch die mediale Aufrüstung zum Souverän der Erscheinungen werden. Man versteht, was Hans Blumenberg mit dem »geradezu symbolischen Rang des Teleskops für die Bestätigung der theoretischen Neugierde« meinte.<sup>24</sup> An anderer Stelle spricht er von der »noch fehlenden Geistesgeschichte des Unsichtbaren« (die auch eine Mediengeschichte sein müsste) und nennt das Fernrohr »die große, metaphysisch unerwartete und deshalb so relevante Überraschung der beginnenden Neuzeit«.<sup>25</sup> »Ich begann, meinen eigenen Augen zu misstrauen«, erklärt Tycho Brahe, der das Fernrohr noch nicht kannte, programmatisch.<sup>26</sup> Das hieß, die Wahrnehmung des Auges durch Beobachtungsdisziplin und mediale Bewaffnung und beides durch Berechnung zu kontrollieren. Erst dadurch konnte man das aristotelische Weltbild des Augenscheins wie die Autorität der überlieferten Schriften widerlegen. Das Projekt experimenteller, mediengestützter Sichtbarmachung entsprach dem Motto der Royal Society »Nullius in verbo« und ihren Sinnbildern: Fernrohr und Mikroskop. Und die erlauchte Accademia dei Lincei, die Galilei zu ihren Mitgliedern zählte, hieß so im Zeichen der Scharfsichtigkeit: die Lincei sind Luchse.<sup>27</sup> Richard Panek treibt in seinem Buch über das Teleskop das Pathos der medien-experimentellen Wissenschaftler so weit, dass sie dadurch »selbst zu Gottes Auge geworden« seien.<sup>28</sup>

Dieses »kopernikanische Pathos«<sup>29</sup>, das von einer neuen medialen Augen-Ästhetik des Erhabenen angetrieben wird, hat indes eine Gegenseite, die von Blumenberg so formuliert wird: Indem Galilei »das Unsichtbare sichtbar macht und so der kopernikanischen Überzeugung Evidenz verschaffen zu können glaubt, liefert er sich dem Risiko der Sichtbarkeit als der letzten Instanz der Wahrheit aus; indem er aber das Fernrohr in Dienst nimmt, um solche Sichtbarkeit herzustellen, bricht er zugleich mit dem Sichtbarkeitspostulat der astronomischen Tradition und gibt dem unbezwinglichen Verdacht Raum, dass die technisch je vermittelte Sichtbar-

23 Lichtenberg 1994, Bd. III, S. 79. Dazu aufschlussreich: Heinritz 1992, S.341–355.

24 Blumenberg 1973, S. 180.

25 Blumenberg 1980 S. 16.

26 Panek 2001, S. 53.

27 Es ist interessant, dass Robert Hooke auf dem Frontispiz seines paradigmatischen Buches zur Mikroskopie sowohl das Motto der Royal Society, die ihm den Druck des Buches bezahlt hatte, aufnimmt, wie das Motiv des Luchses (Hooke 1974).

28 Panek 2001, S. 63.

29 Blumenberg 1980, S. 23.

keit, so weit sie auch vorangetrieben werden mag, ein zufälliges, an dem Gegenstand fremde Bedingungen gebundenes Faktum ist.«<sup>30</sup>

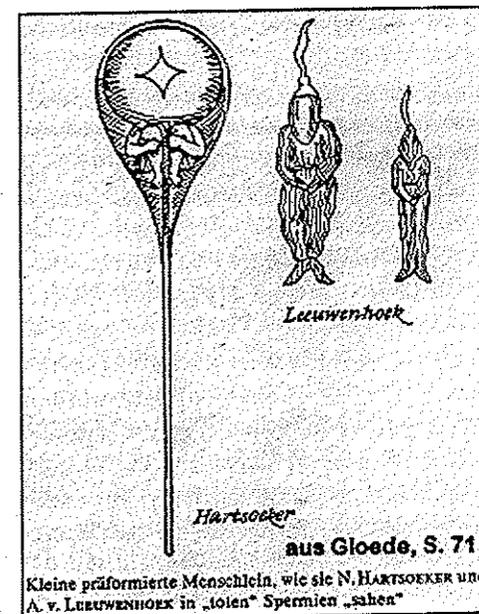
Dass die als beweiskräftig ausgegebenen Experimentalmedien, welche die Augen-Täuschung überwinden, die Wahrnehmung objektivieren und kontrollieren sowie unbekannte Räume und Dinge ›entdecken‹ sollen, vor den Aporien der Kontingenz nicht schützen, sondern sie geradezu heraufbeschwören, gehört zu irritierenden Erfahrungen mit Experimentalsystemen vom 17. Jahrhundert bis heute. Dies hängt mit vielen Gründen zusammen: Da waren zunächst die technischen Grenzen der bildgebenden Geräte, z.B. chromatische und sphärische Aberrationen, Tiefenunschärfen, Lichtschwäche. Sie beeinträchtigen insbesondere die zweifelsfreie Identifikation von Wahrnehmungsobjekten: sieht man ein *Objekt*, oder ist das *Objekt* ein Effekt der optischen Unvollkommenheit des Instruments, wenn nicht gar von theoretischen Vorannahmen des Betrachters? Zweitens galt für Teleskope wie Mikroskope gleichermaßen, dass sich mit dem Faktor der Vergrößerung der Schausschnitt verkleinerte, d.h. es wurde die umgebungsräumliche Kontextualisierung und damit die Einordnung eines ›Bildes‹ in eine umfassende ›Ordnung‹ des Visuellen immer schwieriger. Damit aber wuchs auch die interpretatorische Kontingenz, was denn eigentlich ein mikroskopisches Segment etwa im Ganzen des Organismus oder ein neuer Stern im stellaren System ›bedeutet‹. Ferner sind die neuen Geräte zwar bildgebend, aber die Bilder verschwinden, wenn niemand ins Gerät hineinsieht: das Problem der Bildspeicherung blieb ungelöst, bis man im 19. Jahrhundert die Koppelung von Mikroskopen und Teleskopen mit der Fotografie bewerkstelligt hatte.<sup>31</sup> ›Bildspeicherung‹ hieß bis dahin, dass man das, was man zu sehen geglaubt hatte, selbst zeichnete oder andere zeichnen ließ: in Handskizzen oder Kupferstichen. Bredekamp hat am Beispiel der fulminanten Mond-Zeichnungen Galileis gezeigt, welche Bildevidenzen mit validen szientifischen Folgerungen Galilei aus seinen Skizzen bezog.<sup>32</sup> Nur: wenn man heute mit einem Teleskop derselben Leistung wie dem von Galilei den Mond betrachtet, stimmen die visuellen Befunde mit denjenigen Galileis in keiner Weise überein. Was also sieht man, wenn man sieht? Und welchen Status hat das primäre Sehbild im Verhältnis zu seiner Übersetzung in ein anderes Bildmedium? Zudem wurden in den wissenschaftlichen Abhandlungen meist diese sekundären Bilder, nicht aber das primäre Sehbild zusätzlich in Sprache transformiert. Damit entstand eine

30 Ebd., S. 21.

31 Es gehört zu den Wunderlichkeiten von Medieninnovationen, dass die Fotografie, die hier zu einem Medium der experimentellen Forschung im Mikro- wie Makroraum wird, zur selben Zeit auch ›mediumistisch‹ als Pseudodokumentation übersinnlicher Vorgänge eingesetzt wird: Kunsthalle Krems 1997.

32 Bredekamp 1996, S. 54-63.

Abbildung 3: Präformierte Menschlein im männlichen Samen in der Darstellung von Antoni van Leeuwenhoek.



mehrfache Transformation eines Objekts von einem Medium in andere Medien. Das entspricht zwar der allgemeinen Tatsache, dass ein Medium immer ein anderes Medium ›übersetzt‹ (M. McLuhan) – doch dabei wächst die Kontingenz oder das, was man das epistemologische Risiko medial prozessierender Experimente nennen kann.

Ein schönes Beispiel dafür ist, dass der berühmteste Mikroskopist des 17. Jahrhunderts, Antoni van Leeuwenhoek (1632-1723), vermeinte, in den vergrößerten Samen (von Tieren wie Menschen) bereits komplexe anatomische und beseelte Strukturen, eben präformierte Lebewesen zu erkennen, während die weiblichen Eier bloße Empfänger der männlichen Imprägnierung seien.<sup>33</sup> (Abb. 3) Zuvor hatte dies bereits Nicolaas Hartsoeker behauptet, auf Grundlage geschwindelter Abbildungen. Reignier de Graaf vertrat dagegen die Präformation im Ei. Damit war zwar die Urzeugungsannahme widerlegt und die immer sexuell funktionierende Präformations-Theorie scheinbar empirisch auf die Bahn gebracht, womit für gut ein Jahrhundert eine diskursive Hegemonie der Präformationisten gesichert wurde, bis sich die Epigenetiker durchsetzen konnten.<sup>34</sup> In diesem Sinn

33 Leeuwenhoek teilte die ›Entdeckung‹ der Royal Society, deren Mitglied er seit 1680 war, zuerst im Brief vom 30.3.1685 mit. Ferner: Leeuwenhoek 1695; Ruestow 1983, S. 185-224; Ford 1995, S. 47-47.

34 Müller-Sievers 1993; McLaughlin 1982, S. 357-372.

funktionierte auch das Mikroskop als symbolisches Weltanschauungsinstrument mit hohen Kontingenzanteilen: wenn ein renommierter Beobachtungsexperte glaubte, ein technisches Bild als dies oder jenes identifizieren zu können, »übersetzte« er es ins Medium der Zeichnung, die ihrerseits drucktechnisch reproduziert, sprachlich kommentiert, theoretisch verallgemeinert wurde und schließlich einen kompletten Diskurs formatierte. Indes handelte es sich bei dem »epistemischen Ding« Leeuwenhoeks um eine durch mehrfache mediale Transformationen beglaubigte Imagination. Doch man kann auch sagen: technische Medien müssen nicht, aber können Phantasmen erzeugen; oder, wenn man den Gesamtzusammenhang des Leeuwenhoek'schen Experiments als charakteristische Form wissenschaftlicher Rationalität ansieht, kann man mit Goya sagen: Der Traum der Vernunft gebiert Ungeheuer. Dabei verfährt Leeuwenhoek hier nicht anders als Galilei es mit jenem Bild tut, das er durchs Fernrohr vom Mond gewonnen hatte: und womit veritable Argumente für den Kopernikanismus gewonnen wurden.

Daraus lässt sich schließen: Unter dem Aspekt der bildgebenden Medien kann man in einiger Übertreibung, Paul Feyerabend abwandeln, die Wissenschaftsgeschichte auch so interpretieren, dass das am besten durchgesetzte Bild zur herrschenden Lehre wird. Doch kann es auch umgekehrt sein: gegen jede Bildevidenz, jede geometrische Darstellung, jede mathematische Demonstration, die für die Planetenbahnen die Ellipsenform nachweist – so der »konservative«, »manieristische«, mystisch-religiöse Kosmologe Johannes Kepler –, behauptet der »klassische«, empirische Physiker und Mechanikus Galilei, der programmatische Anhänger des Sichtbarkeitspostulats, unbeirrt seine platonische Ästhetik, wonach »nur die Kreisbewegung von Natur aus den das Weltall zusammensetzenden Weltkörpern zukommen kann«. <sup>35</sup> Auch hier dominiert eine Art Bild-Fundamentalismus sämtliche empirischen Befunde und mathematischen Kalküle – das ist die performative Kraft der imaginären Bilder auch in Zeiten der technisch-medialen Kontrolle von Bildprozessen in Experimentalsituationen. <sup>36</sup>

<sup>35</sup> Galilei 1982, S. 34. – Zum Gegensatz Galileis und Keplers bez. der Ellipsen- und Kreisfigur der Himmelsbewegungen vgl. die Diskussion, die ausging von Albert Einsteins Einleitung zur englischen Neuübersetzung von Galilei 1953; Panofsky 1954. – Koyré 1988, S. 70-83. – Man weiß, wie intensiv Aby Warburg sich mit der Form-Alternative von Kreis und Ellipse beschäftigt hat; nicht zufällig wurde die dipolige Ellipse zur Grundform des Lese- und Vortragssaals der Kulturwissenschaftlichen Bibliothek Hamburg. – Vgl. jetzt: Bredekamp, 1998, S. 5-15.

<sup>36</sup> Schon am 12. Juli 1612, hatte Federico Cesi, fürstlicher Gönner Galileis und 1603 Gründer der Accademia dei Lincei, an Galilei geschrieben: »Mit Kepler glaube ich, dass die Planeten auf die strikten Kreisbewegungen zu verpflichten hieße, sie an eine Treitmühle zu binden ... Wie Ihr weiß auch ich, dass deren Bahnen nach Keplers Willen elliptisch sind.« Im Jahre 1632 notiert Bonaventura Cavalieri, dass Kepler »die

Neben dem Problem der technischen Bildgebung, der Bild-Übersetzung, der Bild-Interpretation, tauchen weitere Schwierigkeiten auf: die ersten bildgebenden Medien in Experimentalsystemen können nicht nur nicht speichern, sie können auch nicht messen. Damit ist – und wenn man die Bewältigung der Sternen-Parallaxe, die erst 1837 gelang, zum Maßstab nimmt – für zwei Jahrhunderte die Frage ungewiss, *wo* bzw. *wie weit entfernt* und *wie groß* eigentlich das Objekt ist, das man sieht. Die technisch-mediale Umsetzung der Visionen Brunos von einer immensen Vielzahl von Systemen ist ein Werk von Jahrhunderten. »Am 15. Januar 1996 wuchs das Universum um vierzig Milliarden Galaxien«, so eröffnet Panek sein Buch über das Teleskop mit jenem qualitativen Medien-Sprung, den das *Hubble Deep Field* an diesem Tag schaffte. <sup>37</sup>

Identifizieren, Darstellen, Messen, Berechnen, Auswerten und Interpretieren sind wissenschaftliche Fundamentalakte, welche von den medialen Darstellungstechniken abhängen, die in den Wissenschaften entwickelt werden und zur Anwendung kommen. Davon soll nun anhand der Vakuum-Forschung die Rede sein.

## 2. Vakuum-Forschung im 17. Jahrhundert

Das 17. Jahrhundert legte mit der Erzeugung des Vakuums die Grundlagen der anwendungsreichen Vakuumtechnologien bis hin zur Bemeisterung der Bewegung im luftleeren Raum. »Bewegung im Vakuum« denken zu können, war entscheidend für eine physikalische Theorie der Sternbewegungen auf der Basis einer Theorie von Fernkräften, die auf kein aristotelisches Übertragungsmedium mehr angewiesen sind. <sup>38</sup> Die mentale und technische Bewältigung des Vakuums im 17. Jahrhundert ist eine revolutionäre Leistung ersten Ranges, die langfristig das Gesicht der technischen Zivilisation und der Kosmologie prägt.

Sowohl hinsichtlich der Physik der Himmelsbewegungen wie auch für die Pneumatik und Hydraulik gab es eine Art Rubikon, den man zu überschreiten hatte: dieser Rubikon bestand darin, frei zu werden für die ungeheure Idee, dass etwas, das nichts enthält, dennoch ist; und dass dieses Vakuum ebenso *überall* ist wie das Seiende selbst. Man musste also einen Raum denken können, der nicht nur durch materielle Raumerfüllung gebildet wird, sondern durch Leere. Und man musste vor allem, gegenüber

Kegelschnitte über die Maßen geadelt hat, indem er klar bewiesen, dass die Planetenbahnen keine Kreise, sondern Ellipsen seien.« Zit. nach Koyré 1988, S. 75.

<sup>37</sup> Panek 2001, S. 9.

<sup>38</sup> Wolff 1978.

der mächtigen Phalanx der Plenisten<sup>39</sup>, die Existenz des Vakuums experimentell demonstrieren und ferner das ›Verhalten‹ des Vakuums, also seine Physik studieren. Dazu benötigte man aber auch eines physikalischen Nachweises des Gewichts der Luft<sup>40</sup> und seines Einflusses auf die Entstehung und das Verhalten von Vacua in den irdischen Verhältnissen der Erde. Für unseren Zusammenhang ist das Vakuum besonders aufschlussreich, weil ›das Leere‹ prinzipiell anästhetisch ist. Darum wurden die Experimentatoren vor die Aufgabe gestellt, durch medientechnische Arrangements indirekte, aber zweifelsfreie Nachweise für die ›Existenz‹ des Vakuums zu liefern.

Die Erzeugung des Vakuums ist deswegen ein wissenschaftliches Großereignis, weil es für eine Reihe von Technologien, für die Physik des Raumes sowie für die Kosmologie grundlegend wird. Dabei handelt es sich nicht um ein Ereignis, das auf ein singuläres Experiment eines Wissenschaftlers zurückzuführen ist, sondern um die Entstehung und Durchsetzung eines epistemologischen Dispositivs mit hoher sozialer Ausstrahlungskraft. Dabei ist es nicht so, dass man Gegner (Plenisten) und Anhänger (Vacuisten) des Leeren sauber nach Lagern – hier konservative Aristoteliker, dort die *new scientists* – einteilen könnte.

So entwickelte Isaac Beeckman, in deutlicher Front gegen den *horror vacui*<sup>41</sup>, bereits 1618 Versuche zum freien Fall in Vacua, zur Luftelastizität und zum Luftdruck.<sup>42</sup> Doch der mit ihm befreundete René Descartes blieb Plenist; er identifizierte den Raum mit der Extensionalität der Materie, hielt das Vakuum für unmöglich und füllte den Raum durch eine subtile Materie, hinter der sich der klassische Äther verbirgt.<sup>43</sup> Pierre Gassendi konzipierte – noch vor Newton – den Raum als dreidimensionales, absolut körperloses, immobiles und homogenes Vakuum<sup>44</sup>; aber noch Leibniz, trotz seiner Bekanntschaft mit Guerickes Experimenten, lehnte die Möglichkeit eines Vakuums, selbst Lücken in der fugenlosen Kette des Seienden (*vacuum formarum*) ab.<sup>45</sup> Galilei entwarf einige Gedanken-Experimente, welche die Existenz des Vakuums voraussetzten und ihn die Bewegungsverhältnisse im Freien Fall formulieren ließen. Doch der Durchbruch zu einer Experimentaltechnik des Vakuum gelang

39 Lovejoy 1960.

40 Klever 1997.

41 Krafft 1974; Hartmann 1980; Kobusch 1984; Grant 1973 und 1981.

42 Kubbinga 1988.

43 Descartes 1965, S. 39 f., vgl. 35–41, 70–77, 83–85, 93–108; Descartes 1989, S. 16–45; Ferner Koyré 1980, S. 96–104; Cottingham 1997.

44 Osler 1994.

45 Meier-Oeser 1980; vgl. Lovejoy 1960, S. 218–20.

ihm nicht.<sup>46</sup> Bei Thomas Hobbes entstand die paradoxe Situation, dass er in seinen frühen Werken bei der Konzeption der korpuskularen Bewegung des Lichtes sowohl ein Medium wie auch minimale Vacua voraussetzte. Doch die 1648 ihm vorgeführten Beweise der Lichtdurchlässigkeit des Vakuums, womit das Medium und der Äther erübrigt waren, führten Hobbes dazu, in ›De Corpore‹ das Vakuum prinzipiell zu bestreiten, ein universales Medium für die Lichtausbreitung zu fordern und sogar die Experimente von Robert Boyle für irrig zu erklären.<sup>47</sup> Das hat politische Hintergründe: die Hinrichtung des Königs – als katastrophales Vakuum im politischen Raum verstanden, verbunden mit sozialem Chaos, dessen Bild der Kinesis des amorphen Materiemeers Demokrits zu entsprechen schien – unterbrach die Arbeit an ›De Corpore‹. Und erst, als Hobbes mit dem ›Leviathan‹ eine politische Theorie eines jedes Vakuum verhin- dernden Staates geschrieben hatte, konnte er seine ›Physik‹ der Bewegung vollenden: nun auf plenistischer Grundlage. Noch Newton, dem die Untersuchungen von Boyle und Hooke bekannt waren, wagte es nicht, seinen ›absoluten Raum‹ als Vakuum und das Wirken der Gravitation in leeren Räumen zu denken.

Man kann sagen, dass zwischen 1620 bis 1660 die Vakuum- Experimente in ganz Europa im Mittelpunkt der Anstrengungen von Akademien und Wissenschaftlern standen. Ihnen sind Durchbrüche zu danken, welche die Himmelsmechanik ebenso wie Techniken des Vakuums und der Mechanik auf ein neues Niveau hoben. Im Gefolge dieser Experimente verlor die Luft ihren Charakter als Element und wurde zu einer analysierbaren Teilmenge innerhalb der Familie der Gase. ›Gase‹ (Fluida überhaupt) sind politisch- metaphorisch so interessant, weil sie andere Probleme stellen als z.B. linear- mechanische Bewegungen von ›Lasten‹ durch Kraftmaschinen, die einer Ökonomie der Arbeitersparnis folgen. ›Gase‹ ähneln dem ›Gewimmel‹ ordnungsloser Sozialzustände und stellen das Problem, wie in ihnen dennoch Ordnung erzeugt, Bewegung reguliert, Zirkulationen ermöglicht und

46 Galileis Beschäftigung mit diesem Thema wurde 1630 ausgelöst durch eine briefliche Anfrage von Giovan Battista Baliani betreffend die Ursache, warum eine bestimmte Wassersäulen-Höhe in Saughebern technisch nicht zu überwinden sei; letztlich führte die Frage zum Torricellischen Experiment von 1644, das das Ende des ›horror vacui‹ und die Prüfung des Gewichts und Drucks der Luft auslöste. Obwohl Torricelli davon nur in einem Brief an Michelangelo Ricci vom 11.6.1644 Mitteilung machte, verbreiteten sich das Experiment wie seine epistemologischen Folgerungen schnell in ganz Europa. – Zur Diskussion über das Vakuum: Galilei 1958; Blay 1997a.

47 Hobbes 1997, S. 268–85; ebd. S. XXXII–XXXVI; Blay 1997b; Hobbes musste seine anti-vacuistische Haltung mit dem Ausschluss aus der Royal Society bezahlen. – Zu den Beziehungen zwischen Hobbes und Boyle vgl. Shapin/Schaffer 1985, S. 80–154. Verdienstvoll ist die Übersetzung des späten ›Dialogus physicus‹, ebd. S. 345–391.

Energie (und Mehrwert) gewonnen werden kann. Und die Leere, das Nichts stellt, wie schon Guericke wusste, das Problem, dass in ihm die Macht der Könige endet.<sup>48</sup> Es kam darauf an, beides, Gase wie Vakuum, beherrschen zu lernen.

### 3. Wright of Derbys Gemälde »Das Experiment mit der Luftpumpe« und sein wissenschaftshistorischer Kontext

Einhundert Jahre nach den großen Debatten schuf im Jahr 1768 Joseph of Derby das Gemälde »The Experiment with the Air-Pump« (Abb. 4).<sup>49</sup> Trotz ihres privaten Charakters, gehört sie in die Tradition der theatra- lisierten Experimental-Praxis. In der Geschichte der Vakuum-Experimente, deren Höhepunkt im barocken *saeculum theatra- licum* lag, beobachtet man durchweg, dass die Wissenschaftler neben der techni- schen Analyse ihrer Experimente stets auf eine öffentlichkeitswirksame Inszenierung achteten. Dies ist auch in der Bildgeschichte der Vakuum-Forschung nachvollzieh- bar. (Abb. 5)

Der Grund dafür ist, dass die Vakuum-Forschung einen Grundzug neu- zeitlicher Wissenschaft radikalisiert: sie hat es mit dem absolut Unsinnli- chen zu tun. Es gibt keine natürliche Ästhetik des Vakuums. Ja, das physikalische Objekt »Vakuum« fällt mit Abstraktion in eins. Es ist viel- leicht *das* Objekt und *das* Konzept, das am stärksten auf der Grenze zwi- schen Physik und Metaphysik sein Wesen treibt. Das auch macht seit Beginn der Vakuum-Forschung seinen unheimlichen und erhabenen Cha- rakter.<sup>50</sup>

Dabei unterscheiden sich Vakuum-Experimente von solchen mit Tele- skop bzw. Mikroskop. Auch deren Einsatz erfolgte in theatra- lisierten Szenen, die die Seinsevidenz dessen, was man mit unbewaffnetem Auge nicht sieht, verstärken sollte. Der Betrachter wird dabei zum Mitagenten auf

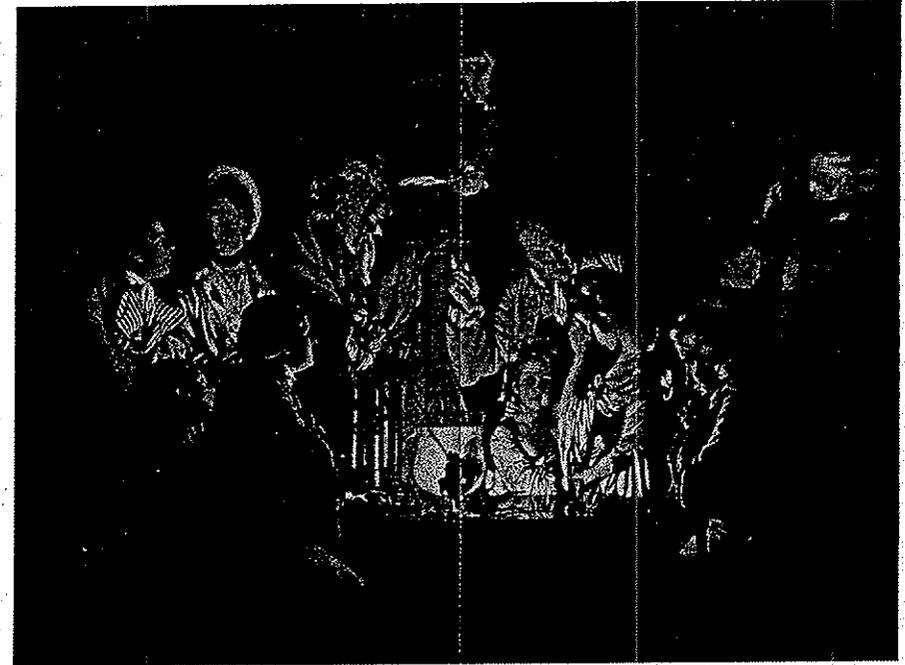
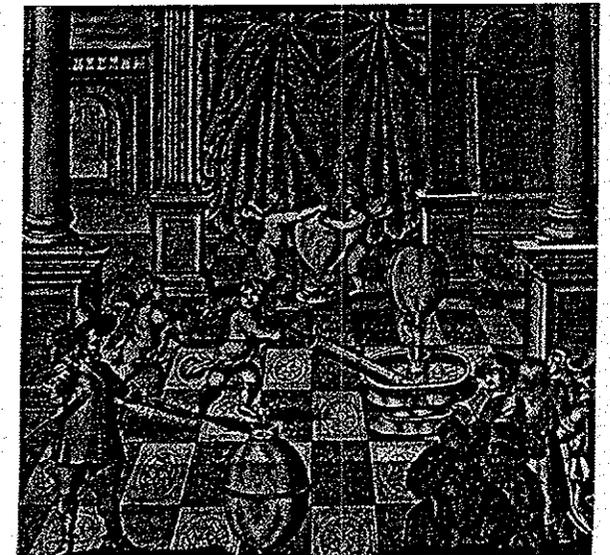


Abbildung 4: Joseph Wright of Derby: *The Experiment with the Air-Pump*. 1768.

Abbildung 5:  
*Hydraulische Amorini*.  
Kupferstich II.



<sup>48</sup> Dieser kühne Satz findet sich inmitten einer Hymne an das Nichts: »Es hat also ein jegliches Ding seine Stätte im Nichts, und wenn Gott das Gefüge der Welt, das er schuf, wieder zunichte machte, bliebe an seiner Stelle nichts als das Nichts, das Unerschaffene (wie es vor Anfang der Welt gewesen). Denn Unerschaffenes ist, dessen kein Anfang ward. Alles schließt es ein, das Nichts. Es ist köstlicher als Gold, bar jeden Werdens und Vergehens, es ist erquickend wie die Gnade des Lichtes, edler als der Könige Blut, dem Himmel gleich, höher als alle Sterne, gewaltig wie des Blitzes Strahl, vollendet und allseits gesegnet. Das Nichts ist aller Weisheit voll. Wo das Nichts ist, endet der Könige Machtgebot (Ubi nihil est, ubi omnium Regum cessat jurisdictio); das Nichts kennt kein Unglück.« Guericke 1968a, S. 70.

<sup>49</sup> Über das Gemälde Wrights hat Werner Busch die beste Studie geschrieben: Busch 1986. – Barbara Stafford hat den Bildsinn nicht erfasst (Stafford 1998, S. 122 ff, 250).

<sup>50</sup> Vollhardt 1998, S. 437-454.

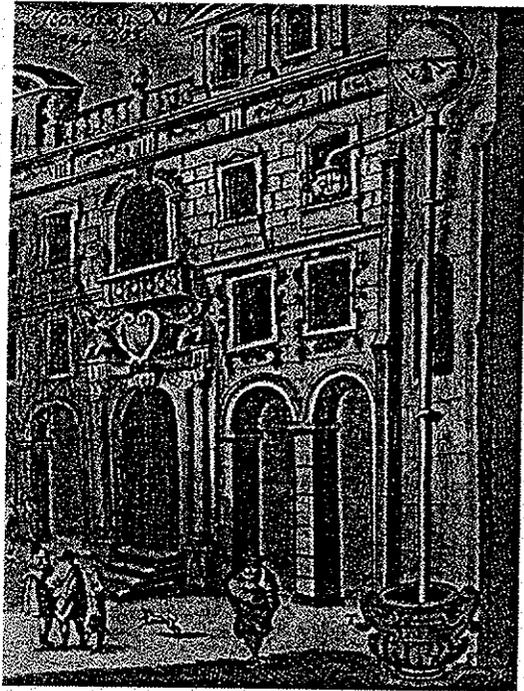


Abbildung 6: Das Wassersäulen-Experiment von Gaspare Berti am Minim Konvent in Pincio.

einer Experimentalbühne, auf der er zugleich die Rolle des zu Überzeugenden wie des beglaubigenden Zeugen spielt. In gewisser Hinsicht werden immer, wenn Galilei seine Gäste durchs Teleskop blicken lässt, die 1610 entdeckten Jupiter-Monde als epistemische Dinge neu erzeugt und beglaubigt. Da es ohne das experimentelle Arrangement das Phänomen gleichsam »nicht gibt«, benötigt moderne Wissenschaft in neuartiger Weise eine mediale Aufbereitung ihrer Objekte.<sup>51</sup> Mehr als für Tele- und Mikroskop trifft dies nun auf das Vakuum zu. Und so verwundert es nicht, dass es in der Ikonologie der Vakuum-Experimente sehr viele Kabinett-, Labor-, plainair-, Stadt-, Garten-Szenen gibt, bei denen *coram publicum* aufgeputzte Experten und Laien auf dem curiösen Schauplatz der Darstellung des Undarstellbaren auftreten. Wie es ein *Theatrum anatomicum* gibt, so auch ein *Theatrum vacui*. (Abb. 6 und 7)

An einer solchen »Szene« nehmen wir bei Wright of Derby teil, wobei wir zu Beobachtern der Beobachter werden. Wir befinden uns an der Peripetie des Experiments, bei dem nicht nur Wissenschaft demonstriert, sondern

<sup>51</sup> Vgl. dazu auch Stafford 1998, Kap. 2, S. 95-151; Schramm 1995.

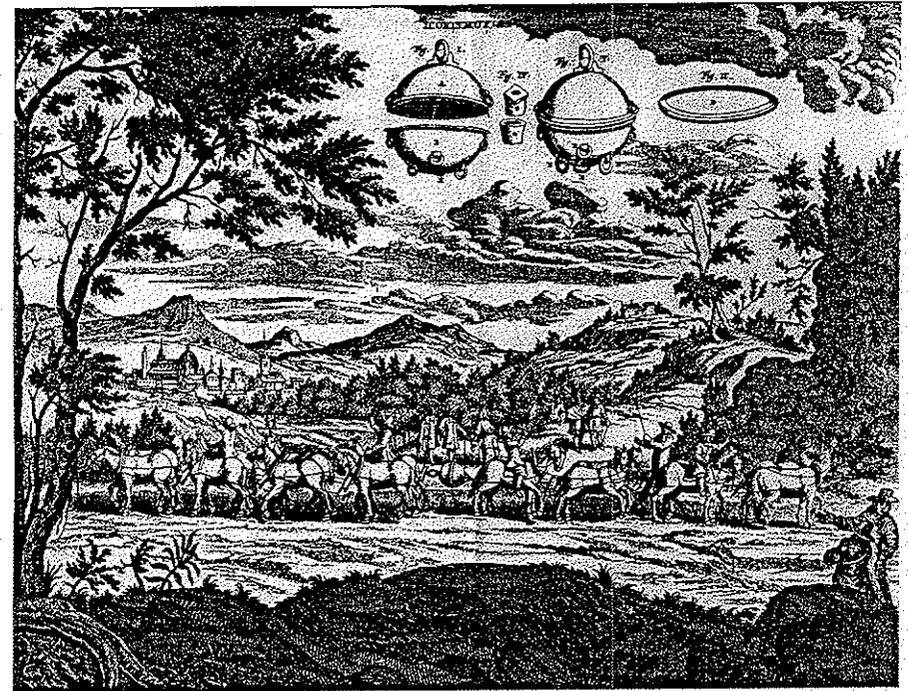


Abbildung 7: Magdeburger Hemisphären. Kupferstich.

metaphysische Momente inszeniert werden: der Experimentator hat die Glaskugel evacuiert. Als Zeichen dieser Luftleere ist der weiße Kakadu sterbend zu Boden gesunken. In diesem Augenblick, der die Tödlichkeit des Vakuums naherückt, legt der Experte Hand an das Ventil und wird zischend die Luft hineinlassen: Gleich wird der Vogel reanimiert sein.<sup>52</sup> Im

<sup>52</sup> Bei der Vakuum-Maschine handelt es sich um ein kleinformatiges Tischgerät für demonstrative Versuchsserien »intra muros«. Schon Guericke hatte ein solches Gerät entwickelt und unter dem Titel »Ueber die Einrichtung eines hydraulisch-pneumatischen Apparats, der nicht nur die Möglichkeit zu vielen Entdeckungen bietet, sondern auch im Studierzimmer zur Anregung des Geistes aufbewahrt werden kann« vorgestellt (Guericke 1968a, S. 105f). Robert Boyle, der auch die hier demonstrierte Abhängigkeit des Lebens und Stoffwechsels von Luft nachgewiesen hatte, steuerte ebenfalls Tisch-Geräte für Vakuum-Versuche bei. Um genau so einen Demonstrations-Apparat handelt es sich auf dem Gemälde. Solche Apparate sind multifunktional. Es ist also bei Wright vorauszusetzen, dass der Experimentator eine Serie von Versuchen vorführt. Dafür sprechen die weiteren Experimentierutensilien auf dem Tisch. Das Experiment auf Leben und Tod, ist zu denken als Höhepunkt einer ganzen Experimental-Choreographie. Es handelt sich um ein »experimentum crucis«.

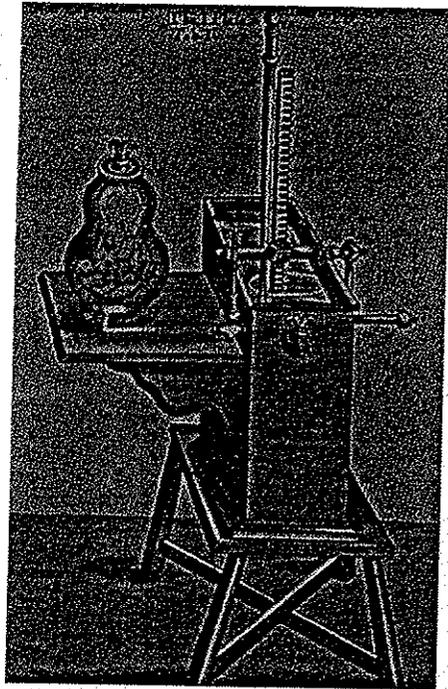


Abbildung 8: Tier-Versuch.

vorderen Glaszylinder liegt wie durch ein Transparent dargestellt das anatomische Präparat einer Lunge.<sup>53</sup> Sie erinnert an das physiologische Analogon des mechanischen Experiments; arbeitet die Lunge doch in jenem Rhythmus von Leerung und Füllung, über den der Experimentator seine technische Verfügung demonstriert. Es wird ein doppeltes Vakuum hergestellt, im Receiver *und* in der Lunge des Tieres. Der Experimentator hat den Odem entzogen, mit dem Gott die Tiere und besonders den Menschen belebt hatte.

Hier heißt dies noch etwas anderes. Die Vakuum-Experimente sind nämlich in mindestens zwei Registern folgenreich: dem der mechanischen Physik anorganischer und künstlicher Objekte *und* dem der Physiologie natürlicher Körper. Jeder Vakuum-Experte seit den 40er Jahren des 17. Jahrhunderts, etwa auch Robert Hooke, Robert Boyle, Otto von Guericke, hat mit solchen Tierversuchen gearbeitet. (Abb. 8)

<sup>53</sup> William Schupbach glaubt, das Objekt in der trüben Flüssigkeit als menschlichen Schädel identifizieren zu dürfen. Zusammen mit der Kerze sei dies ein Todes-Symbol, und das ganze Gemälde sei dadurch in die Tradition der »vanitas«-Allegorien gerückt worden. Diese Auslegung überzeugt nicht. Vgl. dazu Egerton 1990, S. 51/2; Wie sehr Boyle als Vakuum-Physiker zugleich auch Physiologe war, zeigen seine Untersuchungen zum Blutkreislauf: Boyle 1686.

Die Vakuum-Technik funktioniert als Homogenisierung von Physik und Anatomie, weil sie grundlegend ist für eine Theorie der Bewegung, gleichgültig, ob es sich dabei um die Bewegung des Blutkreislaufes, die Luftbewegung beim Atmen, um die Bewegung in Bewitterungs- oder Entwässerungsanlagen von Bergwerken, um die Fallbewegung von Objekten im Luftraum oder die Bewegung von Sternen im freien Raum handelt. Organische wie anorganische Welt funktionieren nach denselben Bewegungsgesetzen, die man angemessen erst versteht, wenn man von der Physik des Vakuums her auch die Bewegung in fluidalen Medien wie Luft, Gas, Wasser, Blut, Nerven begreifen lernt.

Da das Vakuum sich jedem sinnlichen Zugang versperrt, bedarf es zum Nachweis des Vakuums performativer Zeichen, welche das Vakuum vermittelt anzeigen. Der sterbende Vogel ist das theatrale Substitut eines Messinstruments, wie es zur Messung von Feinvacua noch nicht zur Verfügung stand. *Dass* ein Vakuum *ist*, war das erste Demonstrationsziel der Vakuum-Techniker.

Ganz nebenher demonstriert der Versuch auch, dass das Licht das Vakuum zu durchqueren vermag, wozu schon Guericke und Boyle/Hooke Versuche unternommen hatten. Dies hat für die Optik fundamentale Bedeutung. Licht durchquert das Nichts, nicht aber der Schall, der ein Übertragungsmedium benötigt: den piepsenden Vogel würde niemand der Anwesenden hören; er ist gleichsam stimmlos geworden, in wahrer kosmischer Einsamkeit. Auch solche Schalluntersuchungen im Vakuum sind seit Boyle üblich. Es sind Medien-Experimente par excellence. (Abb. 9) Keine Rede von pythagorischem Sphärenklang, der seit der Antike den Himmelsraum erfüllte.<sup>54</sup> Die Schalluntersuchungen im Vakuum sowie die von Isaac Beeckman durchgeführten Experimente zur Korpuskulartheorie der Schallfortpflanzung gehören zu den schlagenden Umwälzungen des antiken Weltbildes.<sup>55</sup>

Das Reflexionslicht des Mondes bringt die kosmische Dimension des Vakuums ins Spiel. Er ist ein Stern im leeren Raum, an dem sich das unsichtbare Licht, das unermessliche Wege zwischen Sonne, Mond und Erde hinter sich gebracht hat, erst zur Sichtbarkeit bricht. Das All ist nicht nur stumm, es ist schwarz, so erfüllt es von Licht sein mag. Wie die gesamte Experimentierszene malerisch eingetaucht wird ins Schwarz, so ist die sicht-

<sup>54</sup> Zu den wenigen Eigenschaften des Vakuums, die Guericke nicht klar erkannte, gehört, dass Schall an ein Medium gebunden ist; er hielt ihn noch für eine Imponderabilie. Darum fallen seine Schall-Versuche im Vakuum auch so aus, dass er sie falsch interpretiert (Guericke 1968a, S. 102/3; vgl. auch 155-7). Es war Boyle, der als erster in seinem Glocken-Experiment im Vakuum zweifelsfrei nachwies, dass die Leere stumm ist. – Zum Sphärenklang: Nicklaus 1994.

<sup>55</sup> Cohen 1984.

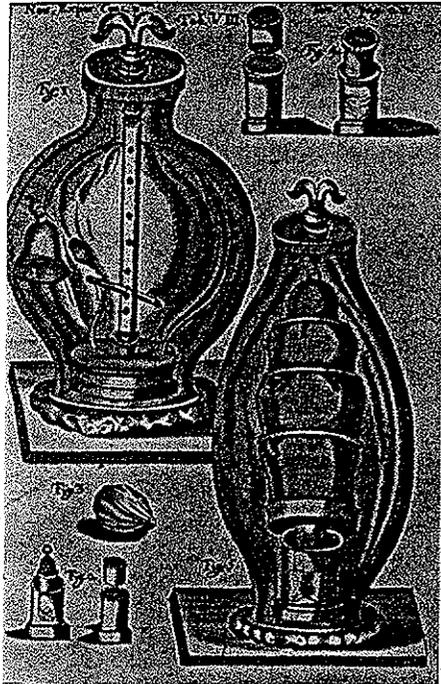


Abbildung 9:  
Schallversuch im Vakuum

bare Welt nur ein winziger Ausschnitt im unermesslichen Schwarz des Weltraums. Wir sehen das ubiquitäre Licht nur, weil wir eingetaucht ins Medium der Luft leben, die wir atmen, die das Licht ins Sichtbare bricht und sich dabei zugleich lebensspendend erwärmt. Auch dies ist ein Medien-Experiment.

Dass optische Lichtbrechung ein wichtiges (durchweg übersehenes) Thema des Bildes ist, erkennt man an vielen Bildmotiven: dem Stab im unteren Glasgefäß, an der Phiole vor den Mädchen, vor allem an der malerischen Gestaltung des linken Ärmels des Experimentators hinter dem Glas. Der sichtbare Ärmel beweist, dass man durch das Vakuum hindurchsehen kann, d.h. es lässt Licht hindurch. Ferner sind die vielen Reflexionslichter und Spiegelungen zu beachten: auf der Tischplatte, dem Receiver, der Vakuum-Pumpe, der Kleidung, in den Augen des Magiers und beim Alten, selbst an der Voliere. Die Stoffe brechen das Licht zu Farben. Das Mondlicht ist selbst ein Reflexionslicht. Das Bild ist damit ein direkter Reflex der Newtonschen Optik, für die die vorangegangenen Vakuum-Experimente nicht unwesentlich sind. Die Lichtdurchlässigkeit des Vakuums musste erst bewiesen werden, ohne den Äther zu Hilfe zu nehmen. Der Ärmel hinter dem Glas-Vakuum demonstriert mithin dreierlei: die Penetrabilität des Va-

kuums von Licht; die Brechungseigenschaft von Glas; die Brechungsqualität von Luft. Auch auf dieser Ebene erweisen sich die Vakuum-Forschung als Medien-Experiment.

Die Kerze, die die Experimentierszene wie eine Zentralsonne ins Licht setzt, würde, wie man seit den 1650er Jahren weiß, in der evacuierten Glaskugel erlöschen. Es gibt kein Feuer im Vakuum, womit eine aristotelische Grundannahme hinfällig wird: nämlich dass jenseits der Elementarsphäre der Luft die Sphäre des Feuers begäbe. Schon Pascal, Guericke, Boyle u.a.<sup>56</sup> hatten auf der Basis der höhenabhängigen Abnahme des Luftdrucks zu berechnen versucht, wie weit die Luft in den Weltraum hinaufreichen würde. Aus Versuchen über das Gewicht der Luft wusste man, dass jenseits der immer dünneren Luft der leere Raum beginnen würde. Man wusste auch, dass die Luft sich wie alle Gase gleichmäßig im Raum verteilen würde, wenn sie nicht von der Erde festgehalten würde. Es war ebenfalls schon Guericke, der in der Erde eine Kraft vermutete, welche kontinuierlich im Abstand zu ihr abnahm, dadurch die Luft um den Globus festhielte und zugleich die Abnahme des Luftdrucks in Abhängigkeit zur Höhe bewirke. Newton, ohne sie erklären zu wollen, fasste diese Kraft in eine mathematische Formel, das Gravitationsgesetz. Gravitation bildete den physikalischen Hintergrund für alle Bewegungen, die Aristoteles natürlich (*kata physin*) genannte hatte; und sie erklärte auch das raumerfüllende Strömungsverhalten aller feinstofflichen Medien wie Luft, Gase oder Wasser, was man bisher durch das naturphilosophische Prinzip des *horror vacui* interpretiert hatte.

Die Vakuum-Technik ermöglichte mithin nicht nur eine Homogenisierung von organischem und anorganischem Sein, sondern auch eine universale Theorie der Bewegung sowie eine Physik des Lichtes und der Kraft. Wrights Gemälde rekonstruiert die Newtonsche Welt. Vakuum-Pumpe, Glaskugel, Vogel und Lunge, Mond und Kerze, Licht und Schwärze, und schließlich gar die wie Planeten um eine Zentralsonne angeordneten Köpfe der Personen, stellen insgesamt eine präzise Inszenierung des Newtonschen Weltbildes dar. Dessen genealogische Wurzeln liegen nicht nur in der Kosmologie von Kopernikus bis Kepler, sondern gleichermaßen in den Revolutionen, welche durch die Vakuumtechnik ausgelöst wurden. In den Vakuum-Experimenten wird immer auch über ganze Weltbilder entschieden.

Einen die Metaphysik umstürzenden Effekt hat die Vakuum-Physik dadurch, dass der Nachweis der Leere das naturphilosophische Prinzip des *horror vacui* erübrigt. Dies hatte Guericke experimentell gezeigt und

<sup>56</sup> Pascal 1684; Guericke 1968a, S. 109-113, 126-8; Gegenüber Guericke verbesserte Boyle die Experimente: Boyle 1659; Vgl. Clericuzio 1997; Fazzari 1997.

darum erklärt, dass die irdischen Phänomene, die den *horror vacui* disponiert hätten, sämtlich als Folgen des Luftdruckes zu erklären seien. Das aber hatte metaphysische Folgen. Denn der *horror vacui* war eine Grundlage der göttlichen Schöpfungsordnung. Schöpfung hieß Vertreibung des Nichts (der Leere) durch das Werk Gottes. Der *horror vacui* war das Prinzip der Dichte des Seins. Die christlich-aristotelischen Welt war eine kontagiöse Welt, alles stand mit allem in vermittelter Berührung. Nur der *horror* garantierte die Lückenlosigkeit des Prinzips der Fülle, die Ausdruck Gottes und seiner Allmacht war. Brach dieser *horror vacui* als Prinzip zusammen, so zersprang das Kontinuum Gottes. Wie sollte ein Gott, dessen Hypostase die Fülle des Seins und der Welten ist, im Nichts wohnen? Ja, die Leere erwies sich nicht einmal nur als Interruptus in der Materieerfülltheit des Alls; sondern es war umgekehrt: die Materie war eine Unterbrechung des Leeren, eine Diskontinuität im Kontinuum des Abwesenden. Sollte der in seiner Schöpfung materialisierte Gott eine verschwindende Minderheit in der kosmischen Leere sein? Und wenn Gott ubiquitär ist, doch »überall« vor allem nichts ist, wäre dann Gott womöglich selbst nichts? Gott als der absolute Entzug? Man erkennt, dass es von hier aus nur ein Schritt zum metaphysischen Nihilismus ist. Und man versteht die bei Boyle und Newton und noch bei Priestley zu beobachtenden Anstrengungen, die gefährlichen Folgerungen des Vakuums für die Architektur der christlichen Welt in Schach zu halten. Es war Blaise Pascal, der zuerst in seinen »Pensées« (1654) die Perspektive des Menschen in einer leeren Unendlichkeit radikal reflektierte. Guericke indes konnte seine Vakuum-Experimente zwanglos mit einem radikal bildlosen, protestantischen Gottesbegriff verbinden, worin Gott mit dem Nichts koinzidiert: »Ebenso sagen wir, aus Nichts seien Himmel und Erde erschaffen, das heißt aus nichts Erschaffenem, sondern aus Unerschaffenem. Und wie aus Nichts alle Dinge erschaffen sind, so sind sie auch alle darin aufgenommen und darin gegründet, das ist im Unerschaffenem. (...) Es hat also jegliches Ding seine Stätte im Nichts; und wenn Gott das Gefüge der Welt, das er schuf, wieder zunichte machte, bliebe an seiner Stelle nichts als das Nichts, das Unerschaffene, wie es vor dem Anfang der Welt gewesen. (...) Außer der Welt ist nur das Nichts; das Nichts ist überall. Das Leere heißt man ein Nichts und den nur vorgestellten Raum, ja der Raum selbst soll ein Nichts sein.« Man erkennt, wie das semantische Changieren zwischen Leere und Nichts, das eine Haupteigentümlichkeit der Diskussion im 17. Jahrhundert ist, nicht nur den alten Gedanken der »creatio ex nihilo« aufnimmt, sondern den metaphysischen Nihilismus gleichsam physikalisch untermauert.<sup>57</sup>

57 Guericke 1968a, S. 70.

Teleskop und Mikroskop eröffneten durch ständige Verbesserungen eine immer immensere Welt, im Größten wie im Kleinsten. Sie machten ein doppelt schwindelerregendes All, unter uns und über uns, in seiner schier unerschöpflichen Fülle zugänglich – wenigstens durch mediale Aufbereitung. Der Vakuum-Experimentator hingegen arbeitet gerade nicht im Prinzip der Fülle, sondern seines Gegenteils. Während der Plenist den Raum bis heute auf 15 Milliarden Lichtjahre aufgespreizt hat und ihn unvorstellbare Anzahlen von Weltkörpern beherbergen lässt, kontert der Vakuist damit, dass mit jeder Raumvergrößerung nicht nur die Masse der Welten, sondern weit mehr die leeren Räume wüchsen. Und auch in der mikroskopischen Welt gehört es zu den abgründigen Erfahrungen, dass die kompakten Massen sich auflösen und in ihnen die vacuierten Räume das weit Überwiegende sind. Selbst der Inbegriff von Kompaktheit, das Atom, erweist sich nicht nur als zerlegbar, sondern umfasst im wesentlichen Leerräume. Seit dem 17. Jahrhundert wachsen Fülle wie Leere ununterbrochen, so dass es eine Entscheidung im alten Streit der Vakuisten und Plenisten nicht gibt. So ist die Welt zugleich Fülle und Leere. Beides sind Idealbegriffe. Es gibt für sie keine medialen Evidenzen. Damit aber stehen wir heute vor der Situation der Unentscheidbarkeit des Streits »Vakuisten versus Plenisten«. Oder man sollte sagen: wir sind wieder bei der Demokritischen Komplementarität von Leere und Fülle angelangt. Diese Komplementarität bildet eine epistemische wie mentale Struktur, welche im 17. Jahrhundert geradezu die Dramaturgie der Epoche bildet.

Mit dem experimentellen Nachweis des Vakuums war, so hieß es, der »horror vacui« erledigt. Das aber hatte weitreichende Folgen. Im Schrecken, den die Natur vor dem Leeren prinzipiell zeigen sollte, war die alte Angst des Menschen verborgen, das Leere und das Nichts überhaupt für denkbar, geschweige denn für wirklich zu halten. Nun stand fest: »Nihil est«; es gibt Sein ebenso wie Nichts. Das ist ein gewaltiger, doch auch unheimlicher Durchbruch und gehört im Feld des Denkens sicher zum Mutigsten, was das 17. Jahrhundert hervorgebracht hat.

Das Zeitalter des Barock ist vom Sog der Leere ebenso bestimmt wie von den Beschwichtigungen der Üppigkeit. Jede Leinwand, jedes Bauwerk, jedes Buch schwelgt und prunkt in der Fülle der Bedeutungen und Allegorien, des Schmucks und der Ornamente, der Sujets und Motive, der ausfaltenden Umrissvergrößerungen und metaphorischen Wucherungen. Das Infinitesimale wurde zur säkularen mathematischen Entdeckung und versetzte, ins Mentale transformiert, in eine Position, in der man sich zum kalkulierenden Souverän des Unendlichen und seiner »plénitude« stilisieren mochte. Keine Epoche war fülliger als das Barock. Doch nichts davon war stabil. Die Bedeutungen zerfielen; die Ornamente verdeckten das Hohle; die Architekturen gaben vorauseilend schon ihren Anblick als Ruinen

preis; der üppig angerichtete Augenschmaus der Bilder trug den Geschmack des Todes; die Allegorien fanden kein semantisches Ziel und morifizierten alle Zeichen; das Infinitesimale konnte ebenso in den Schoß Gottes wie ins Nichts des Todes führen; das überbordende Aufgebot der Motive und Metaphern glich dem Maskenzug der Vanitas mehr als dem Schwelgen des Genusses.<sup>58</sup>

Es ist kein Wunder, dass diese Zeit zur Epoche der Vakuum-Forschung wurde. Man muss erkennen, dass mit dem physikalisch Leeren als vorfindlicher und machbarer Realität der Natur auch die mentale und psychische Leere in die soziokulturelle Welt einzog. Und umgekehrt: in einer Epoche, die derart von der »negativen Lust« (Kant: KdU B 76), also von der Angstlust als Erregungsprinzip der Vanitas befallen war, von einer süchtigen Erhabenheit –: in einer solcher Zeit musste das Leere als unleugbare Realität der Welt entdeckt und codiert werden. Das Prinzip der Fülle war nicht nur ein naturphilosophisches Prinzip gewesen, sondern auch ein Palliativ gegen den möglichen Nihilismus, der aus der kontingent gewordenen Welt nicht mehr zu eskamotieren ist. Die Freiheit, das Vakuum zu denken, es nachzuweisen und es zu *machen*, steht in einem durchaus ambivalenten Verhältnis dazu, dass diese Leere sich auch im Inneren des Subjektes, seiner Psyche und seinem Geist, und in den Beziehungsnetzen der Gesellschaft sich zeigen und womöglich epidemisch ausbreiten könnte.<sup>59</sup>

Man kann sich keinen geeigneteren historischen Hintergrund für die Vakuum-Forschung denken als die traumatischen Anomien des 30jährigen Krieges.<sup>60</sup> Und soll man umgekehrt nicht auch sagen, dass die wahrlich großartige Geschichte, in welcher der Mensch sich als technischer Herr über das Vakuum erweist, ein Therapeutikum für die zerbrochene Welt ist? Hat die Wissenschaft die Aufgabe übernommen, dem Sturm der Evakuierung menschlichen Lebens und metaphysischer Bedeutungen das Palliativ physikalischer Ordnungen und technischer Machbarkeiten entgegenzusetzen? Waren Krieg und Bürgerkrieg womöglich eine gewaltige Vakuumpumpe, durch die alles ins Nichts sich aufzulösen bedroht war? War es ein Krieg, dem die Frontsoldaten der Wissenschaften ihr Vermögen entgegensetzten, über dieses furchtbare Nichts verfügen zu können und aus ihm wieder »etwas« zu schöpfen? Wird die christliche Schöpfungsformel der »creatio ex

58 Benjamin 1977; Deleuze 1995.

59 Es ist aufschlussreich, dass, wie Lepenies gezeigt hat, sich im 17. Jahrhundert an den absolutistischen Höfen, die wahrlich Üppigkeit, Fülle und pausenlose »Bewegung« erzeugen, Ennui und Melancholie grassierten wie Krankheiten der Leere, und entsprechend mit einem Verbot belegt wurden. Am Hof, in der Nähe des Souveräns, der die absolute Fülle repräsentiert, darf es keine Leere geben. (Lepenies 1972).

60 Toulmin 1991.

nihilo« zum Emblem der experimentellen Vernunft? Liegen im Vakuum die Wurzeln der modernen Erhabenheit?

#### Literaturverzeichnis

- Alewyn, Richard/Sälzle, Karl (1959): Das große Welttheater. Die Epoche der höfischen Feste in Dokument und Deutung, Hamburg: Rowohlt.
- Barasch, Moshe (1998): Das Gottesbild. Studien zur Darstellung des Unsichtbaren, München: Fink.
- Benjamin, Walter (1977): »Ursprung des deutschen Trauerspiels«, in: *Gesammelte Schriften*, hg. v. R. Tiedemann u. H. Schweppenhäuser, Bd. I.1. Frankfurt/M.: Suhrkamp, S. 205–430.
- Blay, Michel (1997a): »Galileo and the ancient dispute about the weight of air«, in: Klever (Hg.), S. 9–30.
- (1997b): »Le »De Corpore« de Hobbes ou le »poids de l'air« éliminé«, in: Klever (Hg.), S. 73–88.
- Bloch, Ernst (1982): *Das Prinzip Hoffnung*, 3 Bände, Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- Blumenberg, Hans (1973): *Der Prozess der theoretischen Neugierde*, Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- (1980): »Das Fernrohr und die Ohnmacht der Wahrheit«, in: *Galilei, Galileo: Side-reus Nuncius. Nachricht von neuen Sternen*, hg. v. Hans Blumenberg; Frankfurt/M.: Insel, S. 7–75.
- Böhme, Hartmut (1995): »Albrecht Dürers Traumgesicht von 1525«, in: Gerhard Härle (Hg.), *Grenzüberschreitungen. Friedenspädagogik, Geschlechter-Diskurs, Literatur-Sprache-Didaktik*. Festschrift für Wolfgang Popp, Essen: Verlag Die Blaue Eule, S. 17–35.
- Boyle, Robert (1659): *New Experiments Physico-mechanical, touching the Spring of the Air, and Its Effects, made in the most part in a new pneumatical engine*, Oxford (lat. 1661). Reprint: *The Works of Robert Boyle*, ed. by Thomas Birch, 2nd. ed. 6 vols. London 1772, in vol. I.
- (1686): *Apparatus ad Historiam Naturalem Sanguinis Humani, ad Spiritus Praecepte Eiusdem Liqueoris*, (3. Aufl.) Genf: Samuel de Tournes.
- Bredenkamp, Horst (1996): »Galileo Galilei als Künstler«, in: *Übergangsbogen und Überhöhungsrampe*, hg. v. B. Ecker u. B. Sefkow, Hamburg: Hochschule für bildende Künste, S. 54–63.
- (1998): »Claude Lévi-Strauss und Erwin Panofsky. Wort-, Bild- und Ellipsenfragen«, in: *kritische berichte* 2, S. 5–15.
- Busch, Werner (1986): *Joseph Wright of Derby: Das Experiment mit der Luftpumpe. Eine Heilige Allianz zwischen Wissenschaft und Religion*, Frankfurt/M.: Fischer.
- Clericuzio, Antonio (1997): »Notes on Corpuscular Philosophy and Pneumatical Experiments in Richard Boyle's New Experiments Physico-mechanical, touching the Spring of the Air«, in: Klever (Hg.), S. 109–116.
- Cohen, H. Floris (1984): *Quantifying Music. The Science of Music at the First Stage of Scientific Revolution 1580–1650*, Dordrecht u.a.: Reidel.
- Cottingham, John (1997): »Air, gravity and Cartesian physics«, in: Klever (Hg.), S. 31–46.
- Daston, Lorraine (1994): »Neugierde als Empfindung und Epistemologie in der frühmo-

- dernen Wissenschaft«, in: Grote, Andreas (Hg.): *Macrocosmus im Microcosmus: Die Welt in der Stube. Zur Geschichte des Sammels 1450-1800*; Opladen: Leske und Budrich, S. 35-59.
- (2001): *Eine kurze Geschichte der wissenschaftlichen Aufmerksamkeit*; München: Carl-Friedrich-von-Siemens-Stiftung.
- Deleuze, Gilles (1995): *Die Falte. Leibniz und der Barock*, Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- Descartes René (1989): *Le Monde ou Traité de la Lumière – Die Welt oder Abhandlung über das Licht*, übers. v. G. Matthias Tripp, Berlin: Akademie-Verlag.
- (1965): *Die Prinzipien der Philosophie*, übers. v. A. Buchenau, Berlin: Akademie-Verlag.
- Egerton, Judy (Hg.) (1990): *Joseph Wright of Derby. 1834-1797*, Aust. Kat. London/Paris/New York: Tate Gallery Publications.
- Fazzari, Michela (1997): »Robert Boyle: Elasticity of Air and Philosophical Polemics«, in: Klever (Hg.), S. 117-134.
- Ford, Brian J. (1995): »First Steps in Experimental Microscopy. Leeuwenhoek as Practical Scientist«, in: *The Microscope* 43 (2), S. 47-47.
- Galilei, Galileo (1958): *Discorsi e Dimostrazioni Matematiche intorno a Due Nuove Scienze*, hg. v. A. Carugo/L. Geymonat, Torino: Boringhieri, S. 72-110.
- (1982): *Dialog über die beiden hauptsächlichsten Weltsysteme*, Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- (1953): *Dialogue Concerning the Two Chief World Systems*, transl. by Albert Einstein. Berkeley: University of California Press.
- Grant, E. (1973): »Medieval explanations and Interpretations of the Dictum that ›Nature abhors a Vacuum‹«, in: *Tradition*, S. 327-355.
- (1981): Much ado about nothing. Theories about space and vacuum from the Middle Ages to the Scientific Revolution, Cambridge: Cambridge University Press.
- Guericke, Otto von (1968a): *Neue (sogenannte) Magdeburgische Versuche über den leeren Raum*, übers. u. hg. v. H. Schimank u. a. Düsseldorf: VDI-Verlag.
- (1968b): *Neue (sogenannte) Magdeburger Versuche über den leeren Raum, nebst Briefen, Urkunden und anderen Zeugnissen seiner Lebens- und Schaffensgeschichte*, übers. u. hg. von H. Schimank sowie H. Gossen, G. Maurach, F. Krafft. Düsseldorf: VDI-Verlag.
- Hartmann, S. (1980): »Vacuum«, in: *Historisches Wörterbuch der Philosophie*, Bd. 11, Basel Stuttgart: Schwabe, Sp. 527-530.
- Heinritz, Reinhard (1992): »Teleskop und Erzählperspektive«, in: *Poetica*, Bd. 24, H. 3-4, S. 341-355.
- Held, Gerd (1997): »Die Erscheinung einer Erscheinung. Zur Ästhetik des indirekten Gegenstandes bei Kant und Duchamp«, in: G. Held/C. Hilmes/D. Mathy (Hg.), *Unter Argusaugen. Zu einer Ästhetik des Unsichtbaren*, Würzburg: Königshausen & Neumann, S. 11-32.
- Hobbes, Thomas (1997): *Elemente der Philosophie. Erste Abteilung: Der Körper*, hg. v. Karl Schuhmann. Hamburg: Meiner.
- (1997): *Elemente der Philosophie. Erste Abteilung: Der Körper*, hg. v. Karl Schuhmann. Hamburg: Meiner.
- Hooke, Robert (1974): *Micrographia: or some Physiological Descriptions of Minute Bodies made by Magnifying Glasses*, London: John Martyn, Printer to the Royal Society, 1665; Repr. Stuttgart ca. 1974.
- Huber, Jörg (Hg.) (1999): *Konstruktionen Sichtbarkeiten*, Wien u.a.: Springer.

- Jay, Martin (1994): *Downcast Eyes. The Denigration of Vision in Twentieth-Century French Thought*; Berkeley/Los Angeles/London: University of California Press.
- Kant, Immanuel (1985): »Geschichte und Naturbeschreibung der merkwürdigen Vorfälle des Erdbebens welches an dem Ende des 1755sten Jahres einen großen Theil der Erde erschüttert hat«, in: ders., *Geographische und andere naturwissenschaftliche Schriften*, hg. v. J. Zehbe, Hamburg: Meiner, S. 43-80.
- Klever, Wim (Hg.) (1997): *Die Schwere der Luft in der Diskussion des 17. Jahrhunderts*, Wiesbaden: Harrassowitz.
- Kobusch, Theo (1984): »Nichts, Nichtseiendes«, in: *Historisches Wörterbuch der Philosophie*, Bd. 6, Basel Stuttgart: Schwabe, Sp. 805-836.
- Koschorke, Albrecht (1990): *Die Geschichte des Horizonts. Grenze und Grenzüberschreitung in literarischen Landschaftsbildern*, Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- Koyré, Alexandre (1980): *Von der geschlossenen Welt zum unendlichen Universum*, Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- (1988): »Kunst und Wissenschaft im Denken Galileis«, in: A. Koyré: *Galilei*, Berlin: Wagenbach, S. 70-83 (zuerst: »Attitudes esthétiques et pensée scientifique«, in: *Critique* Sept.-Okt. 1955).
- Krafft, Fritz (1974): »Horror vacui«, in: *Historisches Wörterbuch der Philosophie*, Bd. 3, Basel und Stuttgart: Schwabe, Sp. 1206-1212.
- Kravagna, Christian (Hg.) (1997): *Privileg Blick. Kritik der visuellen Kultur*, Berlin: Edition ID-Archiv.
- Krüger, Klaus (2000): *Das Bild als Schleier des Unsichtbaren. Ästhetische Illusion in der Kunst der frühen Neuzeit in Italien*, München: Fink.
- Kubbinga, H. H. (1988): »The First ›Molecular‹ Theory (1620): Isaac Beeckman (1588-1637)«, in: *Journal of Molecular Structure* 181, S. 205-218.
- Kunsthalle Krems (Hg.) (1997): *Im Reich der Phantome. Die Fotografie des Unsichtbaren*; Ostfildern.
- Leeuwenhoek, Antoni van (1695): *Arcana Naturae Detecta Ope & beneficio exquisitissimorum Microscopiorum*. Delphis Batavorum, apud Henricum a Krooneveld.
- Lepénies, Wolf (1972): *Melancholie und Gesellschaft*, Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- Lichtenberg, Georg Christoph (1994): *Werke in 6 Bänden*, hg. von Wolfgang Promies, Frankfurt/M. (5. Aufl.).
- Lovejoy, Arthur Oncken (1960): *The great chain of being. A study of the history of an idea*, New York: Harper & Row.
- Mattl, Siegfried (1999): »Sichtbares und Unsichtbares. Konzepte zum Sehsinn«, in: Elisabeth Vavra (Hg.), *Bild und Abbild vom Menschen im Mittelalter*. Klagenfurt: Wieser, S. 31-45.
- McLaughlin, Peter (1982): »Blumenbach und der Bildungstrieb. Zum Verhältnis von epigenetischer Embryologie und typologischem Artbegriff«, in: *Medizinhistorisches Journal* 17, S. 357-372.
- Meier-Oeser, S. (1980): »Vacuum formarum«, in: *Historisches Wörterbuch der Philosophie*, Bd. 11, Basel Stuttgart: Schwabe, Sp. 530-531.
- Merleau-Ponty, Maurice (1986): *Das Sichtbare und das Unsichtbare*, hg. v. C. Lefort, München: Fink.
- Mittelstraß, Jürgen (1962): *Die Rettung der Phänomene*, Berlin/New York: de Gruyter.
- Müller, Jan-Dirk (1984): »›Curiositas‹ und ›Erfahrung‹ der Welt im frühen deutschen Prosaroman«, in: *Literatur und Laienbildung im Spätmittelalter und in der Reformationszeit*, hg. v. L. Grenzmann u. K. Stackmann, Stuttgart: Metzler, S. 252-271.

- Müller-Sievers, Helmut (1993): *Epigenesis. Naturphilosophie im Sprachdenken Wilhelm von Humboldts*; Paderborn: Schöningh.
- Nicklaus, Hans-Georg (1994): *Die Maschine des Himmels. Zur Kosmologie und Ästhetik des Klangs*, München: Fink.
- Nowotny, Helga (1994): »Das Sichtbare und das Unsichtbare: die Zeitdimension in den Medien«, in: M. Sandbothe/W. C. Zimmerli (Hg.): *Zeit-Medien-Wahrnehmung*, Darmstadt: Wiss. Buchges., S. 14–35.
- Ohly, Friedrich (1976): »Desperatio und Praesumptio: Zur theologischen Verzweiflung und Vermessenheit«, in: *Festschrift für Otto Höfler*, hg. v. Helmut Birkhan, Wien/Stuttgart: Braumüller (Philologica Germanica 3), S. 499–557.
- Osler, Margaret J. (1994): *Divine Will and the Mechanical Philosophy: Gassendi and Descartes on Contingency and Necessity in the Created World*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Panek, Richard (2001): *Das Auge Gottes. Das Teleskop und die lange Entdeckung der Unendlichkeit*, Stuttgart: Klett-Cotta.
- Panofsky, Erwin (1954): *Galileo as a Critic of the Arts*, Den Haag: Nijhoff (verkürzt: *Isis*, 47. Jg., 1/1956, S. 3–15).
- Pape, Helmut (1995): *Die Unsichtbarkeit der Welt. Eine visuelle Kritik neuzeitlicher Ontologie*; Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Pascal, Blaise (1684): *Récit de la Grande Expérience de l'Équilibre des Liqueurs*, Paris.
- Rehbock, Theda (1995): *Goethe und die »Rettung der Phänomene«*. Philosophische Kritik des naturwissenschaftlichen Weltbildes am Beispiel der Farbenlehre, Konstanz: Verlag am Hockgraben.
- Rheinberger, Hans-Jörg (2001): *Experimentalsysteme und epistemische Dinge*, Göttingen: Wallstein Verlag.
- Ruestow, E. G. (1983): »Leeuwenhoek's Perception of the Spermatozoa«, in: *Journal of the History of Biology* 16, S. 185–224.
- Schramm, Helmar (1995): *Karneval des Denkens. Theatralität im Spiegel philosophischer Texte des 16. und 17. Jahrhunderts*, Berlin: Akademie-Verlag.
- Schweizer, Hans Rudolf/Wilderdmuth, Armin (1981): *Die Entdeckung der Phänomene. Dokumente einer Philosophie der sinnlichen Erkenntnis*, Basel/Stuttgart: Schwabe.
- Shapin, S./Schaffer, S. (1985): *The Leviathan on the Air-Pump*, Princeton: Princeton University Press.
- Stafford, Barbara (1998): *Kunstvolle Wissenschaft. Aufklärung, Unterhaltung und der Niedergang der visuellen Bildung*, Amsterdam/Dresden: Verlag der Kunst.
- Toulmin, Stephen E. (1991): *Kosmopolis. Die unerkannten Aufgaben der Moderne*, Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- Vico, Giambattista (1990): *Neue Wissenschaft über die gemeinschaftliche Natur der Völker*, 2 Bde., Hamburg: Meiner.
- Virilio, Paul (1989): *Der negative Horizont. Bewegung – Geschwindigkeit – Beschleunigung*, München/Wien: Hanser.
- Vollhardt, Friedrich (1998): »Eine Kultur? Zeitgenössische Darstellung und wissenschaftshistorische Deutung frühneuzeitlicher Vakuumexperimente«, in: L. Danneberg/J. Niederhauser (Hg.): *Darstellungsformen der Wissenschaften im Kontrast*, Tübingen: Narr, S. 437–454.
- Wolff, Michael (1978): *Geschichte der Impetustheorie*, Frankfurt/M.: Suhrkamp.

## Abbildungsverzeichnis

1. Albrecht Dürer: Traumgesicht. Wasserfarben und Handschrift auf Papier. 30,0 mal 42,5 cm. Kunsthistorisches Museum Wien.
2. Frontispiz zu Francis Bacon: *Instauratio Magna*. London 1620.
3. Präformierte Menschlein im männlichen Samen in der Darstellung von Antoni van Leeuwenhoek.
4. Joseph Wright of Derby: *The Experiment with the Air-Pump*. 1768. Ölgemälde. 183 mal 244 cm. National Gallery, London.
5. *Hydraulische Amorini*. Kupferstich II. In: Gaspar Schott, *Technica curiosa, sive, Mirabilia artis*. Würzburg 1664.
6. *Das Wassersäulen-Experiment von Gaspare Berti am Minim Konvent in Pincio*. In: Caspar Schott, *Technica curiosa, sive, Mirabilia artis*, Würzburg 1664, Abb. 11.
7. *Magdeburger Hemisphären*. Kupferstich. In: Otto von Guericke, *Experimenta Nova (ut vocantur) Magdeburgica De Vacuo Spatio*, Amsterdam 1672, III. Buch, Abb. 11.
8. *Tier-Versuch*. In: Robert Boyle, *New Experiments Physico-Mechanical, Touching the Spring of the Air and its Effects*, Oxford 1660. Tabula 1.
9. *Schallversuch im Vakuum*. In: Robert Boyle, *New Experiments Physico-Mechanical, Touching the Spring of the Air and its Effects*, Oxford 1660. Tabula VIII.

# Performativität und Medialität

Herausgegeben von Sybille Krämer

