

2014

**PREPRINT 463**

Dieter Suisky

**Emilie Du Châtelet und Leonhard Euler  
über die Rolle von Hypothesen**

Zur nach-Newtonschen Entwicklung der Methodologie



# Emilie Du Châtelet und Leonhard Euler über die Rolle von Hypothesen

Zur nach-Newtonschen Entwicklung der Methodologie

Dieter Suisky

Humboldt Universität zu Berlin  
Institut für Physik  
dsuisky@physik.hu-berlin.de

Einleitung.....	2
1. Der Bauplan des Gebäudes: Du Châtelet, Rohault, Voltaire, Euler.....	10
2. Du Châtelet und die <i>getheilte gelehrte Welt</i> .....	23
3. Im Kontext der Aufklärung.....	30
4. Du Châtelet über den methodologischen Status von Hypothesen.....	35
4.1. Wahrheiten und Hypothesen. Von den Gründen unserer Erkenntniß oder von den notwendigen und kontingenten Wahrheiten.....	44
4.2. Wann man „eine Hypothese machet“.....	52
4.3. Vom Nutzen der Wahrscheinlichkeiten.....	56
4.4. Du Châtelet über die Verifikation und Falsifikation von Hypothesen.....	59
4.5. Das „Gerüst“ und die „Leiter“.....	62
4.6. Relatives a priori nach Du Châtelet.....	65
4.7. 1740 - 1765. Du Châtelet, d’Alembert und Diderot.....	68
Zusammenfassung.....	77
Literaturverzeichnis.....	80

Die Physik ist ein fast unermeßliches Gebäude, welches die Kräfte eines einzigen Menschen übersteiget. Einige setzen einen Stein daran; andere bauen ganze Flügel; alle aber müssen auf dem festen Grunde bauen, den man in dem abgewichenen Jahrhunderte durch die Geometrie und Observationen geletet. Andere nehmen den Plan des Gebäudes auf; und ich gehöre zu den letzteren. (Du Châtelet 1743: Vorbericht, XI)

Da ich aber überzeugt bin, dass die Physik nicht von der Metaphysik zu trennen ist, auf der sie gründet, wollte ich meinem Sohn eine Idee der Metaphysik des Herrn Leibniz vermitteln, die, ich gebe es zu, die einzige ist, die mich befriedigt, auch wenn mir immer noch einige Zweifel bleiben. (Besterman 1958: Bd. 2, Brief 237)

## **Einleitung**

Emilie du Châtelet (1706 – 1749) und Leonhard Euler (1707 – 1783) begannen ihre wissenschaftliche Karrieren in einer Zeit, die durch Kontroversen geprägt war, deren Ursprung in das 17. Jahrhundert zurückreichte. In dieser Zeit, den 1730er Jahren, waren die Debatten über die Grundlagen der Physik, die auf die inkompatiblen Grundmodelle der Gründerväter Descartes, Newton und Leibniz zurückgingen, keineswegs abgeschlossen, sondern noch im vollen Gange. Gab es Übereinstimmungen hinsichtlich des Apparates, wie in der Differential- und Integralrechnung, setzte ein Streit um die Priorität der Entdeckungen und die Interpretation der Methoden ein. Du Châtelet und Euler waren nicht nur Zeitgenossen und fast gleichaltrig, sondern zugleich die Erben eines Transformationsprozesses, der durch Galileo, Bacon, Descartes, Huygens, Newton und Leibniz eingeleitet, in den Grundzügen entworfen und ausgeführt wurde, jedoch in den 1730er

Jahren keinesfalls als ein neues, allgemein akzeptiertes Paradigma wirksam war<sup>1</sup>. In einem Punkt waren sich die Nachfolger allerdings einig mit den Gründervätern: in der Wertschätzung der Wissenschaft der Alten, der Griechen. Die neuen Fragen wurden nicht nur im Geiste der griechischen Vorgänger formuliert, sondern die Schulen sahen sich als Sachwalter dieses Erbes und bekämpften sich bei der Interpretation der Methoden und beim Verwerfen von Neuerungen, die, wie Newton gegen Descartes gewendet ausführt, dem Geiste, der Eleganz und der Effizienz der griechischen Wissenschaft zuwiderliefen (Whiteside 1967-1982: IV, 421).

In der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts war weder die klare, erst aus späterer Zeit bekannte Trennung von Physik und Metaphysik, noch die Trennung von Metaphysik und Methodologie vollzogen. So kann es nicht verwundern, dass die Terminologie der Akteure in der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts durch die Physik und Metaphysik des 17. Jahrhunderts geprägt war, obwohl die Erkenntnisse, die in dieser Zeit gewonnen wurden, bereits über diesen ursprünglichen Rahmen hinausweisen. Die Warnungen Newtons vor Hypothesen wurden ebenso wenig allgemein beachtet, wie seine von ihm selbst gepriesene Darstellung der Differentialrechnung allgemein verwendet wurde. Ebenso erging es Leibniz mit der Lehre von den Monaden. In dieser unüber-

---

<sup>1</sup> „The first quarter of the eighteenth century in France was dull, decaying, and stagnant; the second brought forth a burst of impetuous licence; in the third, licence having become systematic, produced a reaction in favour of a new philosophy which aimed at amelioration of the social order; and in the fourth quarter this was superseded by activity of the most drastic kind, so explosive in its course that decay, licence, philosophy, and all the known conditions disappeared before it, and a new day was ushered in.“ (Hamel 1910: 16) Ein Vergleich der Lebensdaten von Johann Bernoulli (1667 – 1748), Ch. Wolff (1679 – 1754), Voltaire (1694 – 1778), Maupertuis (1698 – 1759), Daniel Bernoulli (1700 – 1782), Du Châtelet (1706 – 1749), Euler (1707 – 1783), Reid (1710 - 1796), Hume (1711 - 1776), Formey (1711 – 1797), Condillac (1715 - 1780) and d’Alembert (1717 – 1783) zeigt die Korrelation ihrer wissenschaftlichen Biographien mit dieser Entwicklung in dem zweiten Viertel des 18. Jahrhunderts („a burst of impetuous licence“). In Voltaires Biographie spielen *The English Period* (1726-1729) und *The Newton Wars* (1732-1745) (Shank 2010) ebenfalls eine besondere Rolle. Neuere Untersuchungen zur Biographie und den Werken von Du Châtelet, welche den von Hamel dargestellten Hintergrund umfassender untersuchen, wurden in den letzten Jahren publiziert (für einen Überblick über den aktuellen Stand vgl. Rodrigues (Rodrigues 2012)).

sichtlichen Situation, die durch die Konkurrenz der Cartesianer, Newtonianer und Leibnizianer bestimmt wurde, entschied sich die jüngere Generation, zu der Maupertuis (1698 – 1759), Daniel Bernoulli (1700 - 1782), Emilie Du Châtelet und Leonhard Euler gehörten<sup>2</sup>, neue Wege jenseits der Streitereien zwischen den Schulen zu gehen<sup>3</sup>. Dies gilt auch für die Sicht auf die Hypothesen. Du Châtelet widerspricht den Newtonianern, welche jegliche Hypothesen ablehnen (Du Châtelet 1743: Vorbericht, VIII). Aus der Sicht von Du Châtelet ist die Konstruktion einer Theorie durch eine langwierige Abfolge von schrittweise verifizierten oder falsifizierten Hypothesen ausgezeichnet, die sich, wie in der Astronomie, über Jahrhunderte erstrecken kann (Du Châtelet 1743: Vorbericht, VIII, §§. 57, 66).

Emilie Du Châtelet und Leonhard Euler gehören nicht nur derjenigen Generation an, welche die Entwicklung der Wissenschaft bis zum Ende des 18. Jahrhunderts entscheidend prägte<sup>4</sup>, sondern standen auch am Anfang von Veränderungen, zu denen sie grundlegende Beiträge lieferten, vor allem durch ihre Entscheidung, die Theorien von Newton und Leibniz gleichermaßen gegen den traditionellen Cartesianismus geltend zu machen, ohne deshalb die Verdienste von Descartes gering zu schätzen, die zunächst Du Châtelet (Du Châtelet 1743: Vorbericht, V) (1740) und später d’Alembert (d’Alembert 1997: Einlei-

---

<sup>2</sup> D’Alembert spricht später von den „jungen Mathematikern“, denen der Siegeszug des Newtonismus nicht nur in Frankreich zu verdanken war. Maupertuis war 1732 einer der ersten, die sich zum Newtonismus bekannten (d’Alembert 1999: Einleitung). „When Du Châtelet became Maupertuis’s pupil, he had, in addition, already achieved the status of *pensionnaire* in geometry, the highest rank for a mathematician among the 42 paid members of the royal Académie des sciences. In his rise, Maupertuis was not atypical of this new learned scientific generation, the men whom Du Châtelet turned to for intellectual instruction and guidance.

The average age of members of the Académie des sciences in the 1720 and 1730s was 28 years. Few among them had a full-fledged university education and formal degrees.“ (Zinsser 2013) Es folgten Euler (*Mechanica* 1736), Voltaire (*Letters* 1734 und *Elémens* 1738) und Du Châtelet (*Institutions* 1740).

<sup>3</sup> Maupertuis, *Astres* (1732), Johann Bernoulli, *Nouvelle* (1735), Euler, *Mechanica* (1736), Voltaire, *Eléments* (1738), Du Châtelet, *Institutions* (1740), d’Alembert, *Traité* (1743), Euler, *Methodus* (1744), Euler, *Nova Theoria* (1746).

<sup>4</sup> In Frankreich zum Beispiel: The mathematicians and the cafés (Hamel 1910: Chap. III), (d’Alembert 1997: Einleitung, 79), in St. Petersburg das “Basler Quartett” (Fellmann 2007: 37).

tung, 68-71) (1751) würdigte. Du Châtelet und Euler sahen die *Ähnlichkeit* und *Übereinstimmung* in den Grundprinzipien von Newton und Leibniz, während fast alle ihrer Zeitgenossen, sich auf das Betonen der *Unterschiede* und *Gegensätze* konzentrierten<sup>5</sup>. Die letztere Tendenz setzte sich bis ins 19. Jahrhundert, als prominenteste Vertreter sei Mach (Mach 1910) genannt, und sogar ins 20. Jahrhundert (Reichenbach 1924) fort. Diese Wahrnehmung wird verständlich, weil sich die Nachfolger vor allem auf die kanonischen Werke der beiden Autoren konzentrierten, die nach 1687 erschienen sind, die *Principia* (Newton 1687) und die *Monadologie* (Leibniz 1998), einschließlich der Leibniz-Clarke Debatte (Leibniz 1718), in denen sich Newton und Leibniz der Welt präsentierten<sup>6</sup>. Die *Collection of Papers, which passed between the late Learned Mr. Leibnitz and Dr. Clarke, In the Years 1715 and 1716, Relating to the Principles of Natural Philosophy and Religion* zeigen die starke Korrelation zwischen den Themen, die Newton und Leibniz bearbeitet haben. Voltaire und Du Châtelet setzen diese Korrelation voraus, während Algarotti nicht nur nicht ohne eine Beziehung zu Leibniz auskommt, sondern sogar bewusst darauf verzichtet<sup>7</sup>. Zugleich wird jedoch von anderen Autoren dieser

---

<sup>5</sup> Die Edition der Leibnizschen Werke zu dieser Thematik wird in der erst neuerdings eingerichteten eigenen Reihe VIII *Naturwissenschaftliche, technische und medizinische Schriften* (Leibniz A, VIII) systematisch als eigenständiges innerhalb Gebiet des Leibnizschen Werkes in einer umfassenden Drucklegung und Internetpräsentation dargestellt. Eine interessante Auswahl Leibnizscher Texte zu diesem Thema wurde von Arthur vorgestellt (Leibniz 2001).

<sup>6</sup> Ein Infragestellen dieser Sicht wurde hinsichtlich Leibniz von Couturat (Couturat 1903) und Russell (Russell 2001: Kap. Leibniz) und hinsichtlich Newton von Keynes (Keynes 1947) eingeleitet. Man kann deshalb in Du Châtelets und Eulers Schriften zu Newton und Leibniz eine *Antizipation* dieser neueren Entwicklungen in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts sehen.

<sup>7</sup> „Gleichwohl ist kaum zu glauben, daß die Philosophen verstummen würden, wenn wir sie fragten (...) wie die Empfindungen der körperlichen Objekte zum Gehirn tragen und diese (sie dann) sie dann der Seele aufprägt; die okkasionellen Ursachen, die prästabilisierte Harmonie: Sie würden Meere an Philosophie erzeugen, von denen wir wenig verstehen und die nichts einer Lösung näherbringen.“ (Algarotti 1739: 26) Algarotti wendet sich, ebenso wie Condillac und d'Alembert, gegen das „Systemdenken schlechthin“ und dem „Empirismus von Newton und Locke“ zu (Algarotti 1739: 172).

Disput als Vorbild für den Stil angesehen, in dem wissenschaftliche Kontroversen zu gestalten sind<sup>8</sup>.

Diese Korrelation zwischen den Werken von Newton und Leibniz ist nicht erst nach 1687 entstanden, sondern reicht weit zurück bis in die Anfänge ihrer wissenschaftlichen Biographien in den 1660er und 1670er Jahren und betrifft nicht nur die fundamentalen Beiträge zur Mathematik, wie die wohlbekannteste Kontroverse in der Geschichte der Infinitesimalrechnung zeigt (Newton 1714), (Leibniz 1846), sondern auch, und dies ist durch die neueren Editionen der Newtonschen (Newton Project) und Leibnizschen Manuskripte zur Naturwissenschaft (Leibniz A: VIII) deutlich geworden, ebenfalls die Theorie von Raum, Zeit und Bewegung<sup>9</sup>. Ebenso wie die späteren Erben von Descartes im 18. Jahrhundert gehen Newton und Leibniz von Descartes aus, „stehen auf den Schultern“ von Descartes und Galileo (Du Châtelet 1743: Vorbericht, VII), bevor sie von ihrer Rezeption zur Kritik fortschreiten, nachdem ihnen Huygens den Weg gebahnt hat (d’Alembert 1997: Einleitung, 71). Die Entscheidung von Du Châtelet, sich selbst *jenseits* der Kontroversen von Cartesianern, Newtonianern und Leibnizianern anzusiedeln, diese Kontroversen jedoch nicht minder als die anderen Gelehrten zum Ausgangspunkt zu nehmen, wird durch die Entwicklung in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts bestätigt<sup>10</sup>. Du Châtelet stand zwar *Between Newton and Leibniz*, aber

---

<sup>8</sup> „Der Disput erstreckte sich auf fast alle metaphysischen Ideen *Newtons*. Das ist vielleicht das schönste Denkmal, das wir von literarischen Gefechten haben.“ (Voltaire 1738: Teil I, Kap. II)

<sup>9</sup> Leibniz diskutiert bereits in den 1670er Jahren den Begriff des *absoluten* Raumes und der *absoluten* Bewegung (Leibniz 2001: 3), den Newton erst in den 1680er geltend macht (Newton 1687: Definitiones), (Westfall 1997: 213-214).

<sup>10</sup> Im Jahre 1784 konnte man, zumindest in der Mathematik, Leibnizianer sein, ohne mit der Wertschätzung für Newton in Konflikt zu geraten. „*Leibniz* hat *Newton* den Ruhm der Entdeckung des Differentialkalküls streitig gemacht. Wenn man die Akten dieses großen Prozesses untersucht, kann man, wenn man nicht ungerecht sein will, *Leibniz* nicht mindestens völlige Gleichheit verweigern. Es sei bemerkt, daß sich diese beiden großen Männer mit der Gleichheit zufriedengaben, daß sie sich Gerechtigkeit widerfahren ließen und daß der Streit, der sich unter ihnen erhob, das Werk des Eifers ihrer Anhänger war. Der Kalkül exponentieller Größen, die Methode der Zeichenunterscheidung und mehrere andere in den Briefen von *Leibniz* gemachte Entdeckungen, denen er wenig Bedeutung beizumessen schien, beweisen, daß er als mathematisches Genie hinter *Newton* nicht zurückstand.“ (Condorcet 1784)



verharrte dort nicht in Indifferenz, weil sie sich zugleich in einer Position *beyond* der Cartesianer<sup>11</sup>, Newtonianer und Leibnizianer ihrer Zeit befand, und fast niemand, außer Euler, tat es ihr in dieser Hinsicht dieser Zeit zwischen 1725 und 1750 gleich. Eulers enthusiastischer Response auf die *Institutions* zeigt diese Verwandtschaft<sup>12</sup> (Euler 1963: 275-281). Euler versäumte es nicht, die Leibnizschen Methoden zu würdigen und zugleich die Leibnizsche *Monadologie* zu kritisieren (Euler 1746a), (Euler 1768-1772: Lettres LXXX-XCIX, CXXIV-CXXXII), ebenso die Newtonschen Methoden weiterzuentwickeln und zugleich eine Alternative zur Newtonschen Emanationstheorie des Lichts zu entwerfen (Euler 1746b).

Das Charakteristikum der Zeit ist der Abschied vom Cartesianismus als einem, wie man heute sagen würde, allgemein verbindlichen und geltenden Paradigma, vor allem in der Physik, insbesondere von der Wirbeltheorie, und ebenso in der Erkenntnistheorie, insbesondere von den rationalistischen Grundsätzen der „Klarheit und Deutlichkeit“ als Kriterium für die Wahrheit der Ideen (Du Châtelet 1743: §. 3). Die Lehre des Descartes wird nicht wegen seiner „Irrtümer“ verdammt, sondern diese werden vielmehr aus den Bedingungen des Jahrhunderts erklärt. Seine Methode und seine Theorie werden als Fortschritt gepriesen, der seinerzeit aus der „tiefen Nacht“ des Mittelalters herausführte (Du Châtelet 1743: Vorbericht, V). Mit fast ebensolchen Worten spricht d’Alembert in der *Einleitung zur Enzyklopädie* über Descartes, man könnte meinen, das Echo<sup>13</sup> der *Institutions* zu hören<sup>14</sup> (d’Alembert 1997: Einleitung, 69-70).

---

<sup>11</sup> Die Relation zu Descartes hat Delefsen analysiert (Detlefsen 2014).

<sup>12</sup> In der *Anleitung zur Naturlehre* (Euler 1862) (geschrieben um 1746) und den *Theses* (Euler 2009) (geschrieben zwischen 1749 und 1752) unternimmt Euler ebenfalls den Versuch, diese Position *beyond* von Cartesianern, Newtonianern und Leibnizianer darzustellen, gleichfalls auf der Grundlage der Leibnizschen Methodologie mit den Prinzipien vom *Widerspruch* und *zureichenden Grund* (Euler 1862: §. 1). Zusammen mit der *Nova Theoria Lucis et Colorum* (Euler 1746b) bilden die *Theses* die Grundlage für eine Kritik des Lockeschen und Berkeleyschen Sensualismus.

<sup>13</sup> Für diese Interpretation sprechen auch die fast wörtlichen Zitate aus den *Institutions* unter dem Stichwort „Hypothesen“ in der Enzyklopädie (vgl. Abschnitt 4.7.).

<sup>14</sup> D’Alembert argumentiert im Jahre 1751 ganz im Sinne und im Stile von Bayle und Du Châtelet, spricht von einer „Beurteilung ohne Voreingenommenheit“ und schreibt über die Verdienste von Descartes. „Bei einer unparteiischen Beurteilung seiner heute

Bis auf das letzte Jahrhundert sind die Wissenschaften ein undurchdringliches Geheimniß gewesen, davon man die sogenannten Gelehrten allein hat etwas wissen lassen. (...) In dieser tiefen Nacht erschien *Cartes* als ein Gestirne, das die Welt erleuchten sollte. (Du Châtelet 1743: Vorbericht, V)

Es ist deshalb nicht verwunderlich, dass der Abschied vom Cartesianismus, insbesondere in der Physik, in Frankreich sehr spät begann (d'Alembert 1997: Einleitung, 69-70) und erst durch die Kritik Newtons und die sich auf dem Kontinent anschließende Hinwendung zur Newtonschen Theorie möglich wurde. Der Übergang zum Newtonismus erlangte mit Maupertuis' Abhandlung *Discours sur la formation des astres* (1732) einen offiziellen Status, wie d'Alembert im Jahre 1751 betont<sup>15</sup>, war jedoch in den 1730er Jahren keinesfalls beendet. Auch für Du Châtelet ist zunächst das Lehrbuch des Cartesianers Rohault der Ausgangspunkt (Du Châtelet 1743: Vorbericht, III) und der Disput mit dem Cartesianer De Mairan bildet einen der Hauptpunkte der *Naturlehre* (Du Châtelet 1743: 489ff.). Vor d'Alembert hatte bereits Du Châtelet im Jahre 1740 diese neue Situation, den „Streit der Weltweisen (des Philosophes)“, dargestellt und mit einem Appell an die Jugend im allgemeinen und den Leser der *Institutions* im besonderen verbunden.

„Hütet euch, mein Sohn, auf welche Seite ihr euch auch in diesem Streite der Weltweisen schlaget, dafür, daß ihr euch nicht durch Vorurtheile einnehmen lasset, welches unvermeidlich ist, wenn man durch

---

fast lächerlich anmutenden Wirbeltheorie wird man - so wage ich zu behaupten - zugeben müssen, daß man in jener Zeit etwas Besseres nicht ersinnen konnte. (Si on juge sans partialité ces *Tourbillons* (...) on conviendra, j'ose le dire, qu'on ne pouvait alors imaginer rien de mieux).“ (d'Alembert 1997: Einleitung, 69-70), (d'Alembert, 1853: I, 141) Descartes war gezwungen, eine völlig neue Physik zu schaffen. „Reconnaissons donc que Descartes, forcé de créer une physique toute nouvelle, n'a pu la créer meilleure.“ (d'Alembert, 1853: I, 141)

<sup>15</sup> D'Alembert führt über die 1720er Jahre aus, und folgt in dieser Darstellung Du Châtelet: „Man braucht nur unsere Bücher aufzuschlagen, um mit Erstaunen festzustellen, daß man in Frankreich erst vor kaum dreißig Jahren mit der Abwendung vom Cartesianismus begonnen hat. Der erste, der sich bei uns offen als Anhänger Newtons zu erklären gewagt hat, ist der Verfasser des *Discours sur la formation des astres* (...).“ (d'Alembert 1997: Einleitung, 69-70)

Partheylichkeit hingerissen wird. (...) Die Untersuchung der Wahrheit ist es nur allein, darinn die Liebe eures Vaterlandes nicht die Oberhand behalten muß: Und es ist in der That sehr ungereimet, daß man aus *Cartesens* und *Newtons* Meynungen eine Art von Nationenhändeln gemachet<sup>16</sup>.“ (Du Châtelet 1743: Vorbericht, VII)

Du Châtelet widmet gleichermaßen Aristoteles, Galilei, Kopernikus, Kepler, Descartes, Newton und Leibniz Aufmerksamkeit und präsentiert eine ausbalancierte, die Akteure und die Bedingungen ihrer Zeit einbeziehende Würdigung ihrer Beiträge zur Wissenschaft, die in d'Alemberts *Einleitung* eine Fortsetzung findet.

Im Folgenden werden in Teil 1 die Voraussetzungen diskutiert, die zu der Analyse der Wissenschaftsentwicklung und der Rolle der Hypothesen führen. Du Châtelet knüpft an Rohault an, diskutiert mit Voltaire und schreibt die *Institutions adressées à Mr. son Fils*, eine *Naturlehre an ihren Sohn*. Es wird gezeigt, wie Du Châtelet ihre Absicht, einen „Bauplan“ des Gebäudes der Physik aufzunehmen, ausführt.

Im Teil 2 wird Du Châtelets *Naturlehre* zu den, in einer *getheilten Welt herrschenden* Lehrgebäuden Cartesens und Newtons in Verbindung gesetzt.

Im Teil 3 wird die Verbindung zur Aufklärung umrissen und eine Relation zu Eulers einige Jahre später nachfolgenden *Anleitung zur Naturlehre* (um 1746) und den *Briefen an eine deutsche Prinzessin* (1760-1762, publiziert 1768-1772) hergestellt und die Übereinstimmung in den Intentionen der Autoren betont, wenn diese sich auch in der Sicht auf die Grundbegriffe der Naturlehre unterscheiden.

Im Teil 4 werden die Ansichten von Du Châtelet über den epistemologischen Status von Hypothesen analysiert, deren Nutzen Du Châtelet vor allem an der Entwicklung der Astronomie von Ptolemäus bis Kepler exemplifiziert und gezeigt, warum Du Châtelet in den Hypo-

---

<sup>16</sup> Du Châtelet bezieht sich hier auf das Beispiel von Maupertuis, der „behauptete, man könne ein guter Staatsbürger sein, ohne die in seinem Lande herrschende Naturwissenschaft blindlings zu übernehmen, (...)“.“ (d'Alembert 1997: Einleitung, 78)

thesen Instrumente sieht, die „dazu bestimmt sind, die Wahrheit zu entdecken“. Die Wirkung der *Institutions* und insbesondere des Kapitels über die Hypothesen wird anhand des Artikels zum Stichwort „Hypothesen“ in der *Encyclopédie* von Diderot und d’Alembert analysiert.

## 1. Der Bauplan des Gebäudes: Du Châtelet, Rohault, Voltaire, Euler

Du Châtelet beabsichtigt, wie sie im Vorwort zu den *Institutions* schreibt, einem Mangel abzuhelfen, dem Mangel, dass es noch keine *vollständige Physik* gibt, und meint damit wohl keine vollständige Darstellung der Physik als einer besonderen Wissenschaft, d.h. eines „Systems von Regeln“<sup>17</sup>.

Ich habe mich oft darüber gewundert, daß mir so viele gescheite Leute, die Frankreich doch besitzt, in der Arbeit, die ich itzo zu eurem Besten unternehme, nicht zugekommen sind. Denn, man muß gestehen, daß, ob wir gleich viele vortreffliche Bücher von der Physik im Französischen haben, wir noch keine vollständige Physik aufweisen können, wenn man den kleinen Tractat des Rohault, der schon vor achtzig Jahren geschrieben ist, ausnimmt. (Du Châtelet 1743: Vorwort, III)

Du Châtelet betrachtet offensichtlich Voltaires *Eléments* (Voltaire 1738) und Algarottis *Newtonianismus für Damen* (Algarotti 1739) nicht als Abhandlungen, die diesen Zweck erfüllen. Ebenso unbefrie-

---

<sup>17</sup> Ganz in eben diesem Sinne sagt Euler im Jahre 1748 über die Differentialrechnung als *Wissenschaft*: „(...) kannte man das letzte Verhältniß ihrer verschwindenden Incremente schon lange vor *Newton* und *Leibniz*. (...) Dagegen leidet es keinen Zweifel, daß wir denjenigen Theil des Differenzial=Calculus, welcher sich mit den irrationalen Functionen beschäftigt, *Newton* verdanken, (...) *Leibnizen* sind wir nicht weniger verpflichtet. Er brachte nemlich diesen Calcul, den man bis dahin bloß als einen besonderen Kunstgriff betrachtet hatte, in die Form einer Wissenschaft, bildete aus den Regel desselben ein System, und stellte dasselbe in einem hellen Lichte dar.“ (Euler 1790: LXXII)

digend scheinen, aus der Sicht von Du Châtelet, die Erweiterungen von Rohaults *Traité de Physique* (Rohault 1671) durch Clarke (Rohault 1735) zu sein, die sie mit keinem Wort erwähnt. Rohaults Buch wurde zwar „vor achtzig Jahren geschrieben“, erlebte jedoch bis 1730 mehrere Auflagen und wurde an den Universitäten als Lehrbuch verwendet<sup>18</sup>. Du Châtelet ging einen Schritt weiter als Clarke. Rohault hatte den „Bauplan“ der vor-Newtonschen Physik auf Cartesianischer Grundlage entworfen, Du Châtelet konzipiert einen „Bauplan“ der nach-Newtonschen Physik auf einer neuen Grundlage, die durch die *Principia* Newtons von 1687 und die Leibniz-Clarke Debatte von 1716 bestimmt wird. Die *Institutions* zeigen dem Leser jedoch nur die Grundzüge dieses Bauplans hinsichtlich der Mechanik. Du Châtelet verzichtet auf die Publikation des zweiten Teils, welcher die Optik<sup>19</sup> enthalten sollte (Nagel 2012). Voltaire hingegen beginnt die *Eléments* in der Ausgabe von 1738 mit der Darstellung der Newtonschen Optik<sup>20</sup> (Voltaire 1738), Algarotti schreibt über das Licht, die Farben und die Gravitation (Algarotti 1739). Auch Eulers „Bauplan“ in der *Anleitung zur Naturlehre* enthält zunächst nicht die Optik (Euler 1862), diese wird erst nach der *Neuen Theorie des Lichtes und der Farben* (Euler 1746b) in den *Briefen an eine deutsche Prinzessin* (Euler 1768-1772), und hier sogar bereits am Anfang in den ersten zwanzig, von insgesamt 234 Briefen, einbezogen<sup>21</sup>. Eine Diskussion und Interpreta-

---

<sup>18</sup> Rohault (1620-1675) war Cartesianer. Rohaults *Traité* hatte in den ersten Jahrzehnten des 18. Jahrhundert den Status eines Standardlehrbuches. Die Aktualität war den Kommentaren und Ergänzungen zu verdanken, die Samuel Clarke, unter Einbeziehung der Newtonschen Theorie, vorgenommen hatte. „The popularity of the *Traité* was due to both the quality of Rohault’s text and a remarkable intervention by Samuel Clarke (1675–1729), a protégé of Isaac Newton (1642–1727). In 1697 Clarke published a new Latin translation, adding notes based on Newtonian natural philosophy. In later editions, he expanded the notes, honing their Newtonian edge, so that by 1710 they contained a systematic refutation of Rohault’s text.“ (Applebaum 2000: 894)

<sup>19</sup> In der Optik ist Du Châtelet Newtonianerin, die sich weniger kritisch zu Newtons Theorie verhält als Newton selbst (Nagel 2012: 110).

<sup>20</sup> „Kapitel I. Erste Forschungen über das Licht und wie es zu uns gelangt.“

<sup>21</sup> „1. Von der Ausdehnung, 2. Von der Geschwindigkeit, 3. Von dem Schalle und seiner Geschwindigkeit, (...) 17. Von den Lichtstrahlen, dem Cartesianischen und Newtonschen System, (...) 19. Erklärung eines anderen Systems über die Natur der Strahlen und des Lichts, 20. Über die Fortpflanzung des Lichts, (...) 133. Erläuterungen über die Natur der Farben, 134. Betrachtung über die Ähnlichkeit von Tönen und Farben, (...)“ (Euler 1768-1772) Im 20. Brief werden die Konsequenzen diskutiert,

tion der Newtonschen Gesetze (Axiome) findet sich bei Du Châtelet (Du Châtelet 1743: §§. 211-270), bei d'Alembert (d'Alembert 1899) und bei Euler (Euler 1736: Kap. 1-3), (Euler 1862: Kap. 4). Voltaire bezieht sich in einem Brief, geschrieben am 5. Mai 1738 in Cirey, ebenfalls auf Algarotti, darüber hinaus auf Maupertuis und Du Châtelet (Voltaire 1880: 34, Brief 859, 466).

Das methodologische Potential von Du Châtelets *Institutions* ist nicht nur durch ihre Sicht auf die Hypothesen bestimmt, sondern zeigt sich auch in anderer Hinsicht, vor allem in den Zitaten und Analysen aus den *Institutions*, die später von Diderot und d'Alembert in die *Encyclopédie* aufgenommen wurden, nämlich (i) in ihrer Darstellung der Geschichte des Cartesianismus, d.h. vor allem der Verdienste von Descartes<sup>22</sup>, einschließlich (ii) der Überwindung des Cartesianismus und der Wirkungsgeschichte des aufkommenden Newtonianismus<sup>23</sup> in Frankreich, (iii) ihrer Darstellung der Kontroversen zwischen Clarke und Leibniz über die Begriffe von Raum<sup>24</sup> und Zeit<sup>25</sup> und (iv) der Kri-

---

die sich sich aus der endlichen Größe der Lichtgeschwindigkeit ergeben. Neben die Newtonsche Bewegungsgleichung tritt die d'Alembertsche Schwingungsgleichung.

<sup>22</sup> D'Alembert folgt Du Châtelet weitgehend in der Darstellung der Verdienste von Descartes und der Bedeutung der Descartesschen Theorie und des Descartesschen Erbes für die Entwicklung der Mathematik, Physik, Methodologie einschließlich der Rolle der Metaphysik (d'Alembert 1997: Einleitung, 65-82).

<sup>23</sup> D'Alembert bezieht sich auf die Entwicklung der Wissenschaft in Europa. „Auf den Kanzler Bacon folgte der berühmte Descartes.“ (d'Alembert 1997: Einleitung, 68). „Aus dieser geschichtlichen Entwicklungen ziehen wir den Schluß, daß England uns den Ausgangspunkt jener Philosophie verdankt, die wir später von dort wieder übernommen haben.“ (d'Alembert 1997: Einleitung, 68) D'Alembert führt den Triumph des Newtonismus in Frankreich auf das Wirken einer neuen Generation zurück, zu der selbst gehört, die „über das Schicksal der beiden philosophischen Anschauungen entschieden“ (d'Alembert 1997: Einleitung, 79), gemeint sind der Rationalismus von Descartes und der Empirismus von Newton und Locke und geht sogar so weit, ein „Ende des Newtonismus“ in Erwägung zu ziehen (d'Alembert 1997: Einleitung, 80).

<sup>24</sup> D'Alembert weist auf die *Institutions* hin und zitiert fast wörtlich aus dem Kapitel *Von dem Raum*. „Cet article est tiré des papiers de M. FORMEY, qui l'a composé en partie sur le recueil des Lettres de Clarke, Leibnitz, Newton, Amsterd. 1740, & sur les inst. de Physique de madame du Châtelet. Nous ne prendrons point de parti sur la question de l'espace; on peut voir, par tout ce qui a été dit au mot ELEMENS DES SCIENCES, combien cette question obscure est inutile à la Géométrie & à la Physique. Voyez TEMS, ETENDUE, MOUVEMENT, LIEU, VUIDE, CORPS, &c.“ (d'Alembert & Diderot 1751-1772: Espace)

tik der Lockeschen Theorie<sup>26</sup> und Methodologie (Hagengruber 2012b: Transformation, 8-13), die zugleich als eine Kritik des Sensualismus, der die Rezeption des Erbes von Descartes und insbesondere von Leibniz in unzulässiger Weise einschränkt (Du Châtelet 1743: §. 51), verstanden werden kann.

Die Nachfolger von Locke verbleiben, hinsichtlich der Metaphysik, in der Opposition zu Descartes und Leibniz, während Leibniz selbst, wie die *Nouveaux Essais* zeigen, in seinem Denken nicht durch eine Opposition zu Locke bestimmt wird, sondern eine *Synthese* beider Standpunkte versucht. Es ist sehr interessant, dass Leibniz den Lockeschen „Bauplan“, d.h. die Gliederung des Lockeschen Werkes, ebensowenig modifiziert wie Clarke die Struktur von Rohaults *Traité*, sondern nicht anders verfährt als Clarke und Lockes *Essay illustrated with Leibniz's*

---

<sup>25</sup> D'Alembert weist hier ebenfalls auf die *Institutions* hin und zitiert hier ebenfalls fast wörtlich das Kapitel *Von der Zeit*. „Lisez sur la mesure du tems les écrits de Messieurs Leibnitz & Clarke, dans le recueil de diverses pieces, publié par M. des Maizeaux; le tome I. chap. vj. des institutions de physique de Madame du Châtelet; & les paragraphes 569. 587. de l'ontologie de M. Wolf. Article de M. FORMEY.“ (d'Alembert & Diderot 1751-1772: Espace)

<sup>26</sup> Insbesondere betrifft diese Kritik den „Begriff des berühmten Locke von der Möglichkeit einer denkenden Materie“ (Du Châtelet 1743: §. 48), obwohl die Philosophen „einräumen“, dass „die Materie als Materie, das ist, in so fern sie ausgedehnet, und undurchdringlich ist, keinen Gedanken hervorbringen“ könne (Du Châtelet 1743: §. 47). Hier stimmt Du Châtelet vollständig mit Euler überein (Euler 1768-1772: Lettre LXXXV) Du Châtelet beruft sich auf das Leibnizsche Prinzip, dass die „Möglichkeit der Dinge“ nicht von Gottes Willen abhängt (Du Châtelet 1743: §§. 27, 48). Du Châtelet kritisiert Lockes Begriff „von der Substanz“, nachdem sie zuvor angemerkt hat, dass Descartes in seiner Bestimmung „nicht weiter gegangen (ist) als die Scholastiker“ (Du Châtelet 1743: §. 51). D'Alembert und Voltaire sehen in diesen Überlegungen vor allem die metaphysische Komponente und ignorieren die Inkonsistenzen der Lockeschen Theorie. Für Du Châtelet ist hingegen die Leibnizsche Methodologie und Metaphysik dasjenige, was seinerzeit die Wirbeltheorie von Descartes in der Physik war, nämlich „das Beste, was in dieser Zeit zu haben war“, sodass man, nach den Worten von d'Alembert, „Descartes (...) keine bessere Physik hätte ins Leben rufen können“, und „man sozusagen erst durch die Wirbeltheorie hindurch zum tatsächlichen Weltssystem gelangen konnte“ (d'Alembert 1997: Einleitung, 70). Die Kritik von Leibniz an Locke (Leibniz 1996) bestätigt die Kritik von Du Châtelet. Die spätere Kritik von Kant am Sensualismus bestätigt ebenfalls Du Châtelets Kritik (Hagengruber 2012b: 11, 13, 23). Du Châtelet „gelangte durch die Leibnizsche Metaphysik hindurch“ zu einer „tatsächlichen Methodologie“, und befand sich damit auf einem Weg, den Leibniz selbst zuvor beschritten hatte, wie die später von Couturat und Russell veröffentlichten und analysierten Leibnizmanuskripte zeigen.

*Notes. Taken mostly out of Leibniz's Philosophy.* Das Gesamtwerk gehört weder Locke noch Leibniz, sondern beiden Autoren. Hinsichtlich der Newtonschen und Leibnizschen Theorie des Raumes und der Zeit verfährt Du Châtelet wie Clarke, sie kommentiert Newton vom Standpunkt von Leibniz und Leibniz vom Standpunkt von Newton. Als ein Vorbild in dieser Form der Rezeption käme Johann Bernoulli in Frage, der in seiner Theorie der Schwerkraft ebenfalls eine Synthese versucht<sup>27</sup>.

Diejenigen, die sich in dieser Zeit als die Erben Lockes verstehen, Voltaire, d'Alembert, Condillac, haben niemals versucht, die Theorie von Leibniz in gleicher Weise zu rezipieren und zu verstehen wie Leibniz die Theorie Lockes aufgefasst und rezipiert hat – außer Du Châtelet<sup>28</sup>, die damals, aus der Sicht von Condorcet, „in Frankreich an der Spitze der Leibniz-Anhänger“ stand (Condorcet 1784), ohne, so würde sie, die sich auch „Emilia Newtonmania“ nannte, sicherlich selbst hinzufügen, einen Widerspruch darin zu sehen, nicht zugleich auch eine Newton-Anhängerin zu sein.

Du Châtelet, die gelehrige Schülerin, konnte ihren Lehrern Fragen stellen, die über die Newtonsche und andere, die über die Leibnizsche Theorie hinausführten, Fragen, etwa an Maupertuis gerichtet, die Maupertuis – wahrscheinlich - nicht beantworten konnte<sup>29</sup>, zumal

---

<sup>27</sup> Das Resultat ist, ebenso wie bei Johann Bernoulli (Bernoulli 1735), eine „neue Theorie“, die über die bisherige schroffe Entgegensetzung der Descartesschen und Newtonschen Theorie durch die Newtonianer und Cartesianer hinausgeht und sich in methodologischen Fragen, etwa hinsichtlich des Prinzips der Kontinuität, auf Leibniz bezieht (Bernoulli 1727). „Sowohl das eine wie auch das andere System ist sehr schön ausgedacht, und jedes hat seine Vorteile (beautez, Schönheiten); aber man muß auch zugeben, daß es an der einen oder der anderen Stelle große Defizite gibt, große Schwierigkeiten, die bis jetzt noch niemand völlig beseitigen konnte. (...) Denn, um es noch mal zu sagen, man muß dabei bleiben, daß jedes seine schlechte Seite hat, die man ebenfalls betrachten muß, bevor man sich ihm völlig ausliefert.“ (Bernoulli 1735: I) Du Châtelet zitiert Johann Bernoulli (Du Châtelet 1743: §§. 469, 574).

<sup>28</sup> „The path she takes between empiricism and rationalism makes her a forerunner to Kant's scientific metaphysics, as had even been noted at that time.“ (Hagengruber 2012b: 23)

<sup>29</sup> „Je vous avoue qu'il me reste une grande peine d'esprit sur ce que vous me dites, que si l'on prend pour *forces les forces vives* la même quantité s'en conservera toujours dans l'univers. Cela serait plus digne de l'éternel géomètre, je l'avoue, mais



diese Fragen als „ungerechtfertigte Vermutungen“ hätten aufgefasst werden können. Emilie weiß sogar, dass sie ihre „Lehrer“ mit ihren „Fragen langweilt“ und fährt trotzdem fort, Fragen zu stellen<sup>30</sup>. Man

---

comment cette façon d'estimer la force des corps empêcherait-elle que le mouvement ne se perdît par les frottements, que les créatures libres, ne le commençassent, que le mouvement produit par deux mouvements différents ne soit plus grand quand ces 2 mouvements conspireront ensemble que lorsqu'ils seront dans les lignes perpendiculaires l'un à l'autre &cc. Il y a peut-être bien de témérité à moi à vous supplier de me dire comment il s'ensuivrait qu'il y aurait dans l'univers la même quantité de force, si la force d'un corps en mouvement est le produit de sa masse par le carré de sa vitesse. J'imagine qu'il faudra peut-être distinguer entre force et mouvement, mais cette distinction m'embrasse extrêmement, et puisque vous avez jeté ce doute dans mon esprit j'espère que vous l'éclaircirez.“ (Du Châtelet an Maupertuis, 2. Februar 1738) (Besterman 1958: Bd. 1, Brief 120). Maupertuis antwortet nicht (Hagengruber 2012b: 40).

<sup>30</sup> Du Châtelet schreibt am 30. April 1738 an Maupertuis: „I would be inclined to believe, monsieur, that my last letter bored you so much, or that you found it so ridiculous, that you judge it not worthy of a response, (...)“ (zitiert nach (Zinsser 2009: 104)) und schließt trotzdem, kaum hat sie sich selbst die vorige Frage nach den Kräften durch die Lektüre eines Leibniz-Textes über die lebendigen Kräfte beantwortet (I saw that I was only a stupid one), eine neue Frage an: „But the only thing that puzzles me at present is liberty, for in the end I believe myself free and I do not know if this quantity of force, which is always the same in the universe, does not destroy liberty. Initiating motion, is that not to produce in nature a force that did not exist?“ (zitiert nach (Zinsser 2009: 104)). Diese Frage ist allerdings sehr viel schwieriger zu beantworten. Descartes hatte in Erwägung gezogen, dass die Geister nur die Richtung, jedoch die Geschwindigkeit der Körper ändern können. Leibniz weist auf die *historischen Bedingungen* hin, wie später Du Châtelet (Du Châtelet 1743, Vorbericht, X) und d'Alembert (d'Alembert 1997: Einleitung, 68-83), die es Descartes nicht erlaubten, eine vollständige Formulierung des Erhaltungssatzes zugrunde zu legen, nimmt jedoch die Fragestellung von Descartes auf und antwortet mit seinem „System der prästabilierten Harmonie“ zwischen Seelen und Körpern, auf das „auch Descartes gekommen wäre“, wenn er den „Erhaltungssatz der Gesamtrichtung“ gekannt hätte (Leibniz 1998: §. 80). In diesem Falle, so ergibt es sich aus der Leibnizschen Theorie, sind die Seelen oder Geister völlig frei von einer „Kraft“ oder „Energie“, d.h. sie verbrauchen in ihre Tätigkeit keine „Energie“ oder „Kraft“ und stören deshalb nicht die Wechselwirkung der Körper. Die Erhaltungssätze gelten streng. Maupertuis konstruiert eine andere Lösung, wobei er weder „Kräfte“ noch „Energie“ benötigt, und führt einen neuen Begriff (eine neue physikalische Größe), der *rein phänomenologisch* definiert ist, in die Naturlehre ein, den der *Aktion*. Für einen Körper, der sich bewegt, ist die Aktion ist gleich dem Produkt Masse \* Geschwindigkeit \* Weg (Maupertuis 1768), (Maupertuis 1756). *Nicht-phänomenologisch* ist die Annahme, daß für diese Größe ein *Extremalprinzip* gilt. Kräfte kommen nicht vor, weder lebendige noch tote, weder primitive noch derivative. Es ist sehr unwahrscheinlich, dass Leibniz eine solche Theorie, die *ganz ohne alle Kräfte* auskommt, akzeptiert haben würde. Euler hat die Schwierigkeit hinsichtlich der Relation von Körpern und Geistern natürlich ebenfalls gesehen und eine Theorie entwickelt, in der

könnte dieses Verhalten als Emanzipation verstehen. Du Châtelet emanzipiert sich von ihren Lehrern oder „Mentoren“, sei es Wolff oder sein Schüler König, sei es Maupertuis, sei es Voltaire, weil sie bemerkt, dass sie ihre Fragen mit Hilfe der Lektüre von Leibniz schließlich selbst beantworten kann. Es geht ihr dabei nicht vorrangig um Konkurrenz, weil in der Konkurrenz immer die „Unparteilichkeit“ nicht mehr gewahrt und die Parteilichkeit die Sicht auf die Dinge einschränkt (Du Châtelet 1743: Vorbericht, X) oder eine Selbstbeschränkung zur Folge hat, wie es bei Voltaire der Fall war, der „sich in so enge Grenzen eingeschlossen“ hat (Du Châtelet 1743: Vorbericht, X).

Die uneingeschränkte Bewunderung<sup>31</sup>, die ihr schließlich entgegengebracht wurde, ergab sich nicht aus Leistungen, die die Leistungen anderer übertrafen<sup>32</sup>, sondern aus der Anerkennung für die *Unabhängigkeit ihrer Position*<sup>33</sup>. Alle bemühten sich, sie auf ihre Seite zu zie-

---

„diejenigen Veränderungen mit Fleiß ausgeschlossen (werden), welche unmittelbar von Gott oder einem Geiste hervorgebracht werden. Wenn wir also in der Welt nichts als Körper betrachten, (...)“ (Euler 1862: §. 49). Zuvor hatte d’Alembert metaphysische Hypothesen und die Newtonianer Hypothesen überhaupt „ausgeschlossen“, und später schloss Kant ein Wissen über die „Beschaffenheit der Dinge, wie sie an sich selbst sind“ aus.

<sup>31</sup> Hamel sah hingegen eine „übertriebene Bewunderung“ (Hamel 1910: Chap. 3).

<sup>32</sup> Du Châtelet sieht sich selbst und ihre Position nicht anders. „Andere nehmen den Plan des Gebäudes auf, und ich gehöre zu den letzteren.“ (Du Châtelet 1743: Vorbericht, XI)

<sup>33</sup> Aus dieser Unabhängigkeit, die ein Resultat des selbständigen Denkens ist, ergeben sich auch *clarité* und *facilité* in der „Darstellung kompliziertester Fragen in der Theorie der Bewegung“, die Euler bewundert (Euler 1963: 278). Diese Worte schreibt Euler im Jahre 1740; um so erstaunlicher ist es, diesen Eindruck mit dem zu vergleichen, was Du Châtelet selbst Johann II Bernoulli ein Jahr zuvor über das „Chaos“ in ihrem Kopf mitteilt: „Im Übrigen merken Sie wohl, welche Unordnung und welches Chaos all dies in meinem Kopf verursacht hat. Meine Studien der Geometrie, der Logik und der Metaphysik habe ich durcheinander gebracht. Nichts von all dem ist an seinem Platz. Ich bitte Sie, zu beurteilen, was für ein Potpourri dies produziert. Ich gestehe Ihnen, die Vorgehensweisen von Herrn König machten mich alle Mathematiker und alle Schweizer hassend, wenn ich nicht Sie kennen würde. Mir scheint, als Mathematiker und Schweizer, wäre es eine gute Tat von Ihnen, dies wieder gut zu machen.“ Zitiert nach (Böttcher 2013: 125). Wie konnte sein, daß im *aufgeschriebenen* Text von diesem Chaos nichts mehr zu bemerken ist? Hat Du Châtelet dem Chaos *beim Schreiben* eine Ordnung gegeben? Am Beispiel Königs, eines Schülers des Systematikers Wolff, zeigt sich vielleicht, dass Du Châtelets Fragen einen Mentor durchaus verwirren konnten, weil die Fragen *nicht dem gewohnten Standard* entspra-

hen, sie widerstand der Versuchung, diesen Verlockungen nachzugeben. Sie leitet ihr Programm aus der Geschichte des Cartesianismus in *Frankreich* ab: „Die gelehrte Welt (in Frankreich) theilet sich heute zu Tage in *Newtons* und *Cartesens* Lehrgebäude. Daher ist es nötig, daß ihr beyde kennt.“ (Du Châtelet 1743: Vorwort, XII) und überträgt das Programm auf *Europa*, ohne direkt zu sagen: „Die gelehrte Welt (in Europa) theilet sich heute zu Tage in *Newtons* und *Leibnizens* Lehrgebäude. Daher ist es nötig, daß ihr beyde kennt.“ Du Châtelet befand sich im Verhältnis zu ihren Mentoren nicht nur in der Situation einer gelehrigen und gelegentlich widerborstigen Schülerin, sondern auch, und zwar nicht selten in einer „Konkurrenzsituation“, worauf Hagengruber hinsichtlich des Verhältnisses von Du Châtelet zu Maupertuis (Hagengruber 1999) und Lewendoski hinsichtlich des Verhältnisses zu Voltaire (Lewendoski 2015) hinweisen<sup>34</sup>. Voltaire sagt von sich im Jahre 1738, daß er für „Kinder“ schreibt (Voltaire 1772: 34, Brief 859, 466). Will Du Châtelet Voltaire zeigen, daß auch sie für Kinder, und

---

chen. Voltaire, Condillac und d’Alembert hatten großen Anstrengungen darauf verwandt, solche Fragen als „nutzlos“ auszuschließen. Auch Maupertuis hatte eine solche Erfahrung mit den Fragen Du Châtelets gemacht. „Es war Maupertuis, der Bernoulli riet, nicht der Lehrer von du Châtelet zu werden.“ Maupertuis begründet dies aber vor allem mit der Anwesenheit von Voltaire, dem man „alles opfert“ (Böttcher 2013: 129). Maupertuis hatte zuvor versprochen, Johann II Bernoulli als Lehrer zu vermitteln (Hagengruber 1999: 192). Zu den Fragen Du Châtelets an ihre Mentoren bemerkt Hagengruber: „Besonders interessant ist aber die Tatsache, daß es die Châtelet ist, die von Anfang an problematisiert, ob denn die These von der Erhaltung der ‚Kraft‘ tatsächlich durch die vis viva zu bestätigen sei. Die mögliche eingeschränkte Geltung der vis viva wird im Briefwechsel zuerst von der Châtelet formuliert, während Maupertuis zu diesem Zeitpunkt für die uneingeschränkte Geltung des Erhaltungssatzes im Falle von  $mv^2$  plädiert, eine Auffassung, die er später in seinem Prinzip der kleinsten Aktion revidiert.“ (Hagengruber 1999: 197) Die Unterschiedlichkeit in den Ansichten erstreckt sich auch auf die erkenntnistheoretischen Fragen, in der detaillierten Diskussion des Leibnizschen Maßes der lebendigen Kräfte und den Konsequenzen für Möglichkeit der Freiheit (Hagengruber 1999: 192ff.). „Maupertuis will ihren Gedankenexperimenten nicht folgen“ (Hagengruber 1999: 202), nimmt jedoch später ihrer Argumentation auf (Hagengruber 1999: 203-204).

<sup>34</sup> Voltaire geht es vor allem um die Verständlichkeit der Texte. „Für sich selbst beansprucht Voltaire eine auf den ersten Blick überraschende Position: Er schreibe für Kinder. Damit will der Autor suggerieren, dass *er* sich sehr gut verständlich machen könne, dass seine Lektüre als Basiswissen taugte und ein besonders breites Publikum anspreche.“ (Lewendoski 2015) Voltaire vergleicht sich mit Maupertuis (Il sera le précepteur des hommes, et moi des enfants).

außerdem für Gelehrte, wie den Herrn de Mairan, schreiben kann, wenn sie als Adressaten ihren Sohn nennt<sup>35</sup>, und eine *Naturlehre an Ihren Sohn* schreibt?

Die Wirkung der *Naturlehre* hinsichtlich dieses Punktes scheint jedoch über eine interne Voltaire-Du Châtelet Kontroverse hinauszugehen, betrifft sie doch einen zentralen Punkt der Aufklärung, nämlich die Aufforderung, „sich seines eigenen Verstandes zu bedienen“, die Ende der 1750er Jahre in Briefen von Hamann an Kant erörtert<sup>36</sup> und später von Zöllner, Mendelsssohn und Kant noch einmal aufgenommen wird.

Die *Naturlehre* lag in einer deutschen Übersetzung seit 1743 vor. Kant zitiert Du Châtelet in seinen „Gedanken von der wahre Schätzung“ (Kant 1910: I, 45, 55, 56, 67, 92, 124). Es kann davon ausgegangen werden, daß auch Hamann die *Naturlehre* gelesen hat (Hamann 1955-1979: Brief 072) und nicht nur hinsichtlich der Hypothesen (Kant 1910: X, 28), sondern auch hinsichtlich der „Kinderphysik“ darauf zurückkommt (Kant 1910: X, 20). In einem Brief an Kant ergeht sich Hamann genußvoll in der Schilderung der Schwierigkeiten, die einem solchen Unternehmen im allgemeinen und hinsichtlich Kant im besonderen entgegenstehen und bietet sich sogar an, die „Stelle des Kindes zu vertreten“<sup>37</sup> (Kant 1910: X, 27).

---

<sup>35</sup> In der 1740er Ausgabe fehlen noch, ebenso wie der Name des Verfassers, die Worte „adressées à Mr. Son Fils“ im Titel.

<sup>36</sup> Im Jahre 1759 schreibt Hamann in einem ironischen Ton an Kant: „Die Gönner Ihrer Verdienste würden vor Mitleiden die Achseln zucken, wenn Sie wüßten, daß Sie mit einer *Kinderphysick* schwanger giengen. Dieser Einfall würde manchem so kindlich vorkommen, daß er über die Unwissenheit Ihrer eigenen Kräfte, und den schlechten Gebrauch derselben spöthern oder wohl gar auffahren würde. Da ich nicht weiß, daß Sie Satyren über ihre Lehrbücher lesen; so glaube ich auch nicht, daß Sie unter den Kindern Ihrer *Naturlehre* Leute von guter Gesellschaft verstehen.“ (Kant 1910: X, 20) Offensichtlich spielt Hamann, was die „Unwissenheit Ihrer eigenen Kräfte“ betrifft, indirekt auf ein Spottgedicht an, das Lessing im Jahre 1751 schrieb: „Auf des Herrn K\* Gedanken“ (Kant 1910: XIII, 1).

<sup>37</sup> „Anscheinend hatte Kant den Vorschlag gemacht, ein solches Buch zu schreiben.“ (Kühn 2003: 148)

So könnte es gewesen sein. Wer außer Emilie, so wäre weiter zu fragen, könnte solche Fragen stellen, ohne sich selbst in der Gesellschaft der Gelehrten in eine ungünstige Positionen zu bringen?<sup>38</sup> Man stellte sich gegenseitig mathematische Probleme, als eine Herausforderung, offerierte Probleme, die man gelöst hatte und von denen man sicher war, dass andere Mathematiker sie lösen konnten, etwas das Brachistochrone-Problem. Newton stellte Fragen, *Queries*, für die es noch keine Antworten gab, d.h. diskutierte nichts anderes als Hypothesen und entwickelte die Konsequenzen<sup>39</sup> (Newton 1718). Erst später ist man wieder geneigt, in der *Formulierung* der Probleme bereits eine wissenschaftliche Leistung zu sehen.

Die endgültige Emanzipation, Du Châtelets „kopernikanische Wende“, fand wahrscheinlich im Frühjahr 1738 statt, als bereits das erste Manuskript der *Institutions* in Druck gegangen war (Zinsser 2009: 106), (Böttcher 2013: 240), (Winter 2012). Hatte sie noch 1736 ihre „Zeit zwischen Herrn Locke und den Handwerkern“ geteilt (Besterman 1958: Bd. 1, Brief 24), so war nun im Jahre 1738<sup>40</sup> und später

---

<sup>38</sup> „There have been comparatively few great women mathematicians in the world. Hypatia in the fourth century was the first ; Mme du Chatelet in the eighteenth the second; shortly after her came Maria Agnesi in Italy, and at the close of the century Sophie Germain holds the fourth place. It would be tiresome to discuss their individual merits or compare their powers with those of their scientific male contemporaries. The woman who seeks to enter a field appropriated exclusively by men, suffers from a double disadvantage. On the one hand are those who give her the credit of her sex, regard her work as marvellous and overpraise it; on the other are those who for the very same cause discount it, and do not even accord it the justice it deserves. Mme du Chatelet's reputation was sound. She was an earnest and indefatigable worker; she helped to spread certain new ideas which were being taken up by the French scientists and philosophers of the day; but she did nothing great in the way of original thinking, nor could it be said that her contributions to science emanated solely from herself, because in all her work she had the support of one or another among the greatest savants on the Continent.“ (Hamel 1910: Chap. 3)

<sup>39</sup> „Ich kenne die Optick des Herrn Newton fast auswendig.“ (Du Châtelet an Mauteruis, 1. Dezember 1738) (Besterman 1958: Bd. 1, Brief 152)

<sup>40</sup> Zuvor hatte Du Châtelet die Leibniz-Clarke Korrespondenz bei ihrem Verleger Prault geordert (Hutton 2012: 79). Nach Hutton (Hutton 2012: 90) können die *Institutions* angesehen werden als ein „Document in the History of French Newtonianism“, welches vor d'Alemberts *Introduction* (d'Alembert 1997) den Übergang vom *French Cartesianism* to *French Newtonianism* analysiert.

Leibniz<sup>41</sup> nicht nur an die Stelle von Locke, „Ich teile meine Zeit zwischen Leibniz und meinem Anwalt“ (Du Châtelet an Algarotti, Brüssel, 10. März 1740) (Besterman 1958: Bd. 2, Brief 236), sondern auch an die Stelle von Wolff getreten<sup>42</sup>.

Du Châtelet befreit die ursprünglichen Leibnizschen Prinzipien, das Prinzip vom *Widerspruch*, das Prinzip vom *zureichenden Grunde*, das Prinzip des *Ununterscheidbaren* und das Prinzip der *Kontinuität*, nicht nur von der metaphysischen Wolffischen Hülle, indem sie der *begrifflichen* die *tatsächliche historische* Entwicklung der Theorie an die Seite stellt, und unterscheidet, ebenso wie Euler, zwischen Leibniz und dem „Leibniz=Wolffischen Lehrgebäude“ (Euler 1746a), sondern führt auch, ebenso wie zuvor Leibniz, die Prinzipien auf ihre historischen *Ursprünge* zurück, etwa das Prinzip vom Widerspruch auf Aristoteles (Du Châtelet 1743: §. 7), das Prinzip des zureichenden Grundes auf Archimedes<sup>43</sup> (Du Châtelet 1743: §. 8) und die Pyrrhonier (Du

---

<sup>41</sup> Die Transkription der Leibnizschen Theorie durch Wolff ist trotzdem nützlich, weil Leibniz keine systematische Darstellung seiner Metaphysik hinterlassen hatte.

<sup>42</sup> „In der Metaphysik halte ich Herrn Wolff für einen großen Phrasendrescher. In den drei Bänden seiner Physik ist er prägnanter. Mir scheint aber, als habe er weder in der einen noch in der anderen [Wissenschaft, FB] Entdeckungen gemacht.“ (Böttcher 2013: 213) „Je conais mr Wolff pour un grand bavard en métaphysique. Il est plus concis dans le 3 tomes de sa physique mais il ne me paraît pas avoir fait de découvertes ni dans l'une ni dans l'autre. Je vais demander le livre de lui dont vous me parlez, car je crois que quand on veut approfondir une matière, il faut tout lire.“ (Du Châtelet an Maupertuis, 29. September 1738) (Besterman 1958: Bd. 1, Brief 146).

<sup>43</sup> „(...) als er sich von der Geometrie zur Mechanik wandte“ (Du Châtelet 1743: §. 8), d.h. zu den Hebelgesetzen. Du Châtelet interpretiert das Leibnizsche Prinzip nicht-metaphysisch, während bei Leibniz der „zureichende oder letzte Grund“ in einer „notwendigen Substanz“ liegt (Leibniz 1998: §§. 36-38). Nach dem Vorgehen von Archimedes kann dieses Prinzip angewandt werden, ohne dass man zu einer „unbegrenzten Folge“ von Begründungen und damit „nicht weiterkommt“ (Leibniz 1998: §§. 36-38). Leibniz folgt jedoch nicht *Archimedes*, sondern *Aristoteles* und damit wird die „Schranke“ zwischen den notwendigen und kontingenten Wahrheiten wieder „aufgerichtet“ (Frege 1884: §. 15). Der methodologische Grund ist, dass die Naturlehre der Metaphysik „untergeordnet“ wird (Leibniz A: VI 4b1, N. 267). Leibniz akzeptiert die Statik und die Relation von Geometrie und Statik zwar als Ausgangspunkt (Leibniz 1982: I (8)), jedoch nicht als methodologisches Modell. Die „toten Kräfte“ bleiben unterschieden von den „lebendigen Kräften“, die „Kraft“ überhaupt ist „zweifach“ (Leibniz 1982: I (6)). Sich hinsichtlich der Statik und Dynamik auf Archimedes zu beziehen hieße, die „damals“, nämlich in der *Theoria Motus Abstracti* von 1671, „von mir geglaubte Indifferenz des Körpers gegen Ruhe und Bewegung“, vorauszu-

Châtelet 1743: §. 4), das Beweisen auf Euklid (Du Châtelet 1743: §§. 1-3). Es ist offensichtlich, dass in diesem Falle, folgt man Archimedes, die Wahrscheinlichkeit „auf den höchsten Grad getrieben“ werden kann. Euler und Du Châtelet übertragen dieses Verfahren auf die Mechanik (Dynamik).

Du Châtelet definiert in den *Institutions*, insbesondere im Kap. IV *Über die Hypothesen*, einen Gegenstandsbereich, die Entwicklung der Wissenschaft und die Abfolge der Theorien in der Geschichte betreffend, der deshalb naturgemäß über den Gegensatz von Rationalismus und Empirismus hinausweist, ohne diese Untersuchungen als eine „Wissenschaftstheorie“ zu bezeichnen. Die Entwicklung der Wissenschaft wird als Abfolge von Hypothesen und, unabhängig von deren Ursprung, als deren Verifikation und Falsifikation aufgefasst. Die Beweise sind entweder *experimentell* oder *theoretisch*, d.h. in der damaligen Terminologie ausgedrückt, entweder *a posteriori* oder *a priori*, in einer entwickelten Disziplin enthalten sie jedoch Komponenten beiderlei Typs. Leibniz bezeichnet die Sätze und Beweise, die aus einer solchen Synthese hervorgehen, als *gemischte Wahrheiten* (Leibniz 1996: Buch IV, Kap. 11, §. 13) (geschrieben 1704, publiziert 1765).

Der Ausgangspunkt von Du Châtelet ist der neue Status der Wissenschaften. Dieser neue Status wird gewöhnlich als ein Aspekt der Aufklärung gesehen, ist jedoch, folgt man Du Châtelet, vielmehr als eine ihrer unabdingbaren Grundlagen anzusehen. Die „sogenannten Gelehrten“ hatten zuvor aus den „Wissenschaften ein undurchdringliches Geheimniß“ gemacht.

Diese machten eine eigene Gesellschaft aus, deren Losung in barbarischen Worten bestand (dont le chiffre consistoit en des mots barbares), welche bloß deswegen erfunden zu seyn schienen, damit der Verstand

---

setzen (Leibniz 1982: I (10)). Leibniz bekämpft, ebenso wie Newton, den Descartesschen Relativismus, dessen Kern, die „größte Absurdität“, Newton in der Unmöglichkeit sieht, einem Körper eine bestimmte Geschwindigkeit zu zuordnen (Newton mid-1680), während es bei Leibniz die Unmöglichkeit ist, wegen der „Indifferenz der Körper gegen Ruhe und Bewegung“, dem Körper eine bestimmte „Kraft“ (der Bewegung oder bewegende Kraft) zuzuordnen.

verdunkelt und zurückgehalten werden möchte. (Du Châtelet 1743: Vorbericht, V)

Die Veränderung, die Descartes in den „Wissenschaften gemachet“, verweist nicht nur auf die Verdienste von Descartes, sondern verlangt zugleich, um eine übertriebenen Verehrung eines großen Mannes ebenso zu vermeiden<sup>44</sup> (Du Châtelet 1743: Vorbericht, X) wie eine unangemessene Kritik seiner Irrtümer<sup>45</sup> (Du Châtelet 1743: Vorbericht, X), auch eine Darstellung seiner Leistungen im Kontext der Wissenschaftsgeschichte. Für die Wirkungen von Du Châtelets Sicht auf die Hypothesen, die Wissenschaftsgeschichte und die Leibnizsche Metaphysik seien, neben den frühen Elogen von Voltaire über die „göttliche Emilie“ (Voltaire 1738), die späteren Abhandlungen von d’Alembert (d’Alembert 1997: Einleitung) und (Condorcet 1784) angeführt. Du Châtelet sah einen Unterschied zwischen der Metaphysik der Scholastik und Leibnizschen Metaphysik. Voltaire und Condillac hingegen sahen diese Relation völlig anders. Die Bestimmung der „barbarischen Worte“ wurde auf jegliche Metaphysik ausgedehnt und „Geist der Systeme“ genannt, Leibniz war für Voltaire ein „alter Philosoph des letzten Jahrhunderts“: „(...) un vieux philosophe du siècle passé, nommé Leibniz (...).“ (Voltaire 1880: 37, Brief 2398, 451) (1752)

In der *Enzyklopädie* verbindet D’Alembert zwei einander entgegengerichtete Bestrebungen, eine Polemik gegen Du Châtelets Sicht auf die Hypothesen und damit auf die Wissenschaftsentwicklung nach Descartes und den Übergang zum Newtonianismus in Frankreich und Europa, dies geschieht insbesondere in der *Einleitung* (d’Alembert

---

<sup>44</sup> Du Châtelet über die exemplarische Rolle von Aristoteles und Newton. „So nöthig ich es erachte, euch vor der Partheylichkeit zu warnen; so viel nöthiger, glaube ich, sey es, euch dieses einzuschärfen, daß ihr die Hochachtung vor die größten Männer nicht bis auf eine blinde Anbetung hinaus treibet, wie die meisten ihrer Schüler zu tun pflegen. (...) Dieses Exempel (...) soll euch darthun, daß, wenn man seine Vernunft gebraucht, niemandem auf sein Wort glauben, sondern alles selbst prüfen, und die Hochachtung so lange bey Seite setzen solle, die einen berühmten Namen jederzeit begleitet.“ (Du Châtelet 1743: Vorbericht, X)

<sup>45</sup> „Wenn er auch in einigen Stücken der Physik gefehlet hat; so kam das daher, weil er ein Mensch war, und es weder einem Menschen noch einem Jahrhundert gegeben ist, alles zu wissen.“ (Du Châtelet 1743: Vorbericht, V)



1997: Einleitung), einerseits, und ein fast wörtliches ausführliches Zitieren von Passagen der *Institutions* in den Stichworten *Hypotheses*, *Espace* und *Tems* fast ohne jede Polemik, andererseits. An diesem ambivalenten Verhältnis zeigt sich die *Subtilität* der Du Châteletschen Theorie, die d’Alembert, ohne die *Institutions* direkt zu zitieren, zu einer ebensolchen subtilen und ambivalenten Kritik herausfordert (d’Alembert 1997: Einleitung). D’Alembert verweist, statt gegen Du Châtelet zu polemisieren, vielmehr auf Condillac, und zwar an zwei Stellen, das eine Mal in der *Einleitung* selbst, dort wird die Du Châteletsche Sicht in Frage gestellt, ohne daß auf Du Châtelet verwiesen wird, und das andere Mal im Stichwort *Hypotheses*, dort erscheint die Abhandlung von Condillac als eine Ergänzung, eine kritische Ergänzung, zum Text der *Institutions*, deren Verfasserin nicht beim Namen genannt wird<sup>46</sup>.

## 2. Du Châtelet und die *getheilte gelehrte Welt*

Die gelehrte Welt theilet sich heute zu Tage in *Newtons* und *Cartesens* Lehrgebäude. Daher ist es nötig, daß ihr beyde kenne. (Du Châtelet 1743: Vorwort XII)

Die metaphysischen Begriffe des Herrn von Leibnitz sind in Frankreich noch wenig bekannt; sie verdienen aber in Wahrheit, es zu sein. (Du Châtelet 1743: Vorwort XII)

En lisant vos *Institutions Physiques*, j’ai également admiré la clarté, avec laquelle Vous traitez cette science, que la facilité, avec laquelle Vous expliquez les choses les plus difficiles sur le mouvement, (...). (Euler 1963: 278)

---

<sup>46</sup> Die *Institutions* erschienen im Jahre 1740 zunächst als anonyme Schrift. In der Edition von 1742 wird der volle Titel genannt: *Institutions Physique de Madame la Marquise Du Chastelet adressées à Mr. son Fils*.

Emilie Du Châtelet stellt sich die Frage „In welcher Welt lebe ich und was kann ich in dieser gelehrten Welt tun?“ und adressiert die Frage nicht nur an ihren Sohn, sondern auch an sich selbst. Ihrem Sohn antwortet sie; die gelehrte Welt ist eine *getheilte* Welt: „Daher ist es nötig, daß ihr beyde Theile kennet“. Das genügt. Der Sohn wird nicht aufgefordert, sich für einen der „beyden Theile“ zu entscheiden, geraten wird ihm „sich nicht zur *Partheylichkeit* hinreißen zu lassen“. Dieser Antwort kann weder Emilie noch der Marquise, richtet sie diese Frage an sich selbst, genügen. Die gelehrte Welt ist für die Marquise Du Châtelet außerdem noch *getheilet* in die Welten der *hommes savants* und der *femmes savantes*<sup>47</sup>. Emilie antwortet: Ich, Emilia Newtonmania, bin auch Leibnizianerin, und bin in einem gewissen Sinne deshalb weder Newtonianerin noch Leibnizianerin, denn ich widerlege weder Newton im Namen von Leibniz noch Leibniz im Namen von Newton, und deshalb sage ich euch, wenn ihr mich fragt<sup>48</sup>:

Je suis, par moi-même une personne complète, (...).

Diese Antwort genügt nicht nur für mich, Emilie, sondern auch für die Marquise, die ich nunmal bin, und diese Antwort muss auch allen jenen genügen, die mir in dieser Welt begegnen, zuvörderst dem M.

---

<sup>47</sup> „And while some of her interpreters at that time attributed her outstanding achievement more to her rank than to her philosophy, as is also the case today, her contemporary, a young poet named Helvétius, admired the ‚sublime Emilie‘ for her dedication to science and her disregard for social standing, being an example that rebutted the prejudices of her time.“ (Hagengruber 2012b: 2) „Als ein besonderes Merkmal dieser Entwicklung entstand neben dem Typus der ‚femme d’esprit‘ der der ‚femme savante‘. Er bezeichnete die gut ausgebildete, gelehrte und wissenschaftlich aktive Frau.“ (Böttcher 2013: 19)

<sup>48</sup> „Jugez-moi sur mes propres mérites, ou sur mes manques, mais ne me considérez pas comme un simple appendice de ce grand général, ou de ce savant renommé, cette étoile qui brille à la cour de France ou cet auteur célèbre. Je suis, par moi-même une personne complète, seule responsable de tout ce que je suis, tout ce que je dis, tout ce que je fais.“ „Judge me for my own merits, or lack of them, but do not look upon me as a mere appendage to this great general or that great scholar, this star that shines at the court of France or that famed author. I am in my own right a complete person, responsible to myself alone for all that I am, all that I say, all that I do“ (zitiert nach (Hagengruber 2012b: 2)), schreibt Du Châtelet an den Kronprinzen Friedrich.

de Voltaire, dem Newtonianer. So könnte Emilie Du Châtelet gesprochen haben<sup>49</sup>.

Voltaire ist nicht nur Newtonianer, sondern darüber hinaus ein sehr streitbarer Newtonianer, und hat die Kunst, die *Inkonsistenz* von Begriffssystemen in den Werken seiner Zeitgenossen nachzuweisen und vor den Augen und Ohren des Publikums auszubreiten, auf den höchsten Grad getrieben, war aber wenig besorgt, die Konsistenz seines eigenen Begriffssystems ebenso rigoros zu analysieren und ebenso zuverlässig zu gestalten<sup>50</sup>. Die vernichtende Kritik der Metaphysik seiner Zeit und aller Metaphysik genügte, um ihn zu beruhigen und die Gewissheit zu geben, dass er auf dem rechten Wege ist. Du Châtelet gab sich mit einer solchen Kritik nicht zufrieden, sie sah nicht nur, dass sich Voltaire damit selbst beschränkte<sup>51</sup> (Du Châtelet 1743: Vorbericht, VI), sondern sie war auch auf den Geschmack gekommen, die „Systeme“ oder „Lehr=Gebäude“, nicht nur die metaphysischen, sondern auch die physikalischen Lehrgebäude, nicht nur nicht zu zerstören, sondern ihre *verborgenen Konstruktionsprinzipien*, die inneren

---

<sup>49</sup> Du Châtelet wünscht sich nicht, etwas anderes zu sein als sie ist. Sie setzt, ebenso wie Descartes, dem *Zweifel* die *Selbstgewissheit* entgegen: „Es ist etwas, denn ich bin“ (Du Châtelet 1743: §. 19), „Quelque chose existe, puisque j'existe“ (Du Châtelet 1740, §. 19), „Es existiert etwas, da ich existiere“. *Doch das Denken allein genügt ihr nicht*. Sie ist eine „personne complète“. Deshalb modifiziert Du Châtelet Descartes' These „Je pense, donc je suis“. Mit der Modifikation ist auch die Inkonsistenz behoben, die man später in Descartes' Satz gesehen hat. Du Châtelet Argumentation genügt sogar den Forderungen, die sich aus einer späteren Analyse von Carnap ergeben: Aus „ich denke“ folgt nicht „ich bin“, sondern „es gibt etwas Denkendes“. Du Châtelet: „Ich existiere“ => „Es gibt etwas, das existiert“. (Carnap 1931-1932)

<sup>50</sup> Du Châtelet kritisiert, dass Voltaire sogar gelegentlich auf die Allmacht Gottes zurückgreift, etwa in der Frage, „ob das Denken ein Attribut der Materie“ sein könne (Du Châtelet 1743: §. 47).

<sup>51</sup> „Ihr könntet in dieser Materie sehr vieles aus den *Elémens de la philosophie de Newton* lernen, (...). Ich würde auch dasjenige gar übergehen, was ich euch davon zu sagen habe, wofern der berühmte Verfasser derselben sich ein weiteres Ziel vorgestreckt hätte. Allein er hat sich in so enge Grenzen eingeschlossen, daß ich nicht geglaubt, er könne mich überheben, davon zu handeln.“ (Du Châtelet 1743: Vorbericht, VI). Voltaire muss diese Sätze lesen, obwohl er alles unternommen hatte, um Emilie zu besänftigen und sogar im Frontispiz zu den *Elémens* versucht hat, sie als Inspirator in die Pflicht zu nehmen und ihr Verantwortung für seinen Text zuzuweisen, ist sie es doch, die mit dem Spiegel, den sie in ihren Händen hält, das Licht auf ihn fallen lässt.

Widersprüche und die Korrelationen zwischen den Lehr=Gebäuden zu erkennen, ein Geschäft, mit dem alle Zeitgenossen befasst waren<sup>52</sup>.

Du Châtelet bestimmt ihre Position hinsichtlich des „fast unermeßlichen Gebäudes der Physik“, die zugleich eine Erklärung für ihre Intentionen beim Verfassen der *Institutions* bereitstellt, nämlich den „Plan des Gebäudes aufzunehmen“ (Du Châtelet 1743: Vorbericht, XI). Zuverlässigkeit ergibt sich nicht nur durch *experimentelle Verifikation*, sondern gleichermaßen durch das Auffinden und Ausschließen *innerer Widersprüche* (Euler 1746a). Letzteres ist völlig *unabhängig* vom ersteren (Euler 1746a), so dass schon aus diesem Umstand der „Rationalismus“ ebenso gerechtfertigt ist wie der „Sensualismus“. Allerdings wird gegenüber dem Empirismus geltend gemacht (ontologisches Postulat), dass eine Theorie, die innere Widersprüche enthält, durch *keine* Erfahrung bestätigt werden kann (nicht durch Erfahrung bestätigt werden kann), d.h. es wird eine *Einschränkung* der *möglichen* Erfahrungen mittels eines *nicht-empirischen* Prinzips vorgenommen<sup>53</sup>. Allerdings muss angenommen werden, daß der Satz vom Widerspruch nicht aus der Erfahrung abgeleitet worden ist, sondern den Gebrauch des Verstandes reguliert<sup>54</sup> (Du Châtelet 1743: §. 4).

Wenn das Gebäude der Physik „fast unermeßlich“ ist und deshalb „die Kräfte eines einzelnen Menschen übersteigt“ (Du Châtelet 1743: Vorbericht, XI), so ist auch nicht, was Voltaire anzunehmen geneigt ist, die Newtonsche Physik identisch mit dem Gebäude, und die Newtonsche Methode und die Lockesche Interpretation nicht identisch

---

<sup>52</sup> Es war zu dieser Zeit, dem Übergang vom Cartesianismus zum Newtonianismus, durchaus üblich, aus den Cartesischen und Newtonschen Lehr=Gebäuden, ungeachtet der gegensätzlichen Voraussetzungen und ungeachtet der Widerlegung Descartes' durch Newton, neue Theorien zu konstruieren, indem man eine Auswahl traf und die „schönen Seiten vereinte“: „De cette maniere, j'ai tâché de concilier ensemble les deux systèmes par leur beau côté, pour en former un nouveau.“ (Bernoulli 1735)

<sup>53</sup> Kant hat später diesen Satz umgekehrt und *a priori* geltende Bedingungen angegeben, die durch mögliche Erfahrungen nicht bestätigt werden müssen, sondern diese Erfahrung erst *ermöglichen*, in Du Châtelets Terminologie wären die Kantischen Prinzipien der „Grund aller Gewißheit in der menschlichen Erkenntnis“ (Du Châtelet 1743: §. 4).

<sup>54</sup> „Denn wir empfinden, daß wir unseren Verstand nicht nöthigen können zuzugeben, ein Ding sey, und sey zugleich auch nicht.“ (Du Châtelet 1743: §. 4)

mit der Methodologie der Naturlehre. Die Huygenssche Wellentheorie des Lichts gehört ebenso zum Gebäude der Physik wie die Newtonsche Emanationstheorie, die Leibnizsche Methodologie ebenso wie die Newtonsche, und zwar solange, bis eine Entscheidung für die eine und gegen die andere getroffen ist.

Euler bezieht sich, ebenso wie Du Châtelet, auf das Prinzip des Widerspruchs und das Prinzip des zureichenden Grundes<sup>55</sup> und polemisiert in den *Briefen an eine deutsche Prinzessin* gegen den Missbrauch dieser Prinzipien. Johann Bernoulli setzt mit dem Satz „ein reiner Geometer ist nicht verpflichtet, den Ursprung der Fakten zu erklären“ („n'est pas obligé d'expliquer l'origine des faits“ (Bernoulli 1735)) ein Problem auf die Tagesordnung, das später von Kant als die Frage „der Möglichkeit der Erfahrung“ dargetan wurde<sup>56</sup>. Zur „Möglichkeit der Erfahrung“ gehört natürlich auch die „Möglichkeit des Gegenstandes der Erfahrung“.

Wenn man, wie Emilie Du Châtelet, nicht nur eine Frau ist, umgeben von vielen Männern, den Gelehrten der damaligen Zeit, sondern es sich darüber hinaus in den Kopf gesetzt hat, die Schriften von Newton, Locke und Leibniz mit der gleichen Aufmerksamkeit und Hingabe zu lesen, so hat man kein leichtes Leben. Die Gelehrten waren entweder Cartesianer oder Newtonianer, entweder Newtonianer oder Leibnizianer. Du Châtelet entschließt sich, eine indifferente Position einzunehmen, d.h. als *Emilia Newtonmania*, wie sie von sich selbst sprach, nicht auf die Lektüre von Leibniz' Schriften und, trotz der Newtonschen Kritik an der Descartesschen Theorie, nicht auf eine

---

<sup>55</sup> „1. Die Naturlehre ist eine Wissenschaft, die Ursachen der Veränderungen, welche sich an den Körpern ereignen, zu ergründen.

Wo eine Veränderung vorgeht, da muss auch eine Ursache sein, welche dieselbe hervorbringt, weil gewiss ist, dass nichts ohne einen zureichenden Grund geschehen kann.“ (Euler 1862: §. 1)

<sup>56</sup> „Die ‚Möglichkeit der Erfahrung‘ oder ‚die Bedingungen möglicher Erfahrung‘ darzutun, bezeichnet Kant immer wieder (\*) als Aufgabe der kritischen Philosophie, sodass man diese auch (mit H. Cohen) als Theorie der Erfahrung bezeichnen kann. (\*) Der Ausdruck ‚Möglichkeit der Erfahrung‘ kommt nicht weniger als 50mal, derjenige ‚mögliche Erfahrung‘ sogar nicht weniger als 150 mal allein in der Kr. d. r. V. vor.“ (Vorländer 1908: Bd. 2, 185)

Würdigung der Verdienste von Aristoteles und Descartes zu verzichten (Du Châtelet 1743: Vorbericht, X). Diese Option ist nicht nur *eine* Häresie, die sie sich selbst zuschreibt, wie die Verteidigung des Maßes der lebendigen Kräfte, das eine „physikalische Ketzerei“ (Du Châtelet 1743: §. 567) sein soll, sondern gleich eine ganze Kollektion von Häresien, die jedem anderen Zeitgenossen sicher zum Verhängnis geworden wäre. Die Zeitgenossen waren zumeist Männer, Emilia Newtonmania trat zwar in Männerkleidern in ihre Gesellschaft ein, war jedoch eine Frau. So, und vielleicht nur deshalb, konnte sie sich diese Kollektion von Häresien leisten, denn man war anfangs sehr wohlwollend ihr gegenüber. Man hatte sich, fast alle hatten sich eingerichtet auf ihren Plätzen entweder als Cartesianer oder Newtonianer, wengleich es in dieser Zeit noch kühn war, inmitten der Cartesianer ein Verteidiger Newtons zu sein (d’Alembert 1997). Noch kühner konnte nur derjenige sein, der es wagte, Newton gegen Leibniz und Leibniz gegen Newton zu verteidigen, oder, was auf dasselbe hinausläuft, sich gleichermaßen gegen Newtonianer und Leibnizianer zu stellen<sup>57</sup>. Es gab niemanden unter den Gelehrten in Frankreich, der dies gewagt hätte, niemanden, weder Voltaire noch Maupertuis noch d’Alembert noch Clairaut<sup>58</sup>, außer Euler, aber Euler lebte nicht in

---

<sup>57</sup> Es gab eine kurze Zeitspanne, in der Vergangenheit, da konnte man *gleichzeitig* Newtonianer und Leibnizianer sein und sogar Leibniz war ein „Newtonianer“. „Der berühmte Philosoph *Leibniz*, der zuvor mit *Newton* die Realität des reinen Raumes und der reinen Zeit erkannt hatte, aber dann seit langem nicht mehr einer Meinung mit *Newton* war und sich in Deutschland an die Spitze einer entgegengesetzten Schule gestellt hatte, griff diese Ausdrücke des englischen Philosophen in einem Brief an, (...)“ (Voltaire 1738: Erster Teil, Kap. 2) Voltaires Text verweist auf eine Übereinstimmung zwischen Newtons Theorie von 1685 und frühen Ansichten von Leibniz, der *Theoria Motus Abstracti* von 1671, so dass Leibniz später nicht nur Newtons Theorie kritisiert, sondern in dieser Kritik auch seine eigene frühere Theorie. Leibniz hatte bereits im Jahre 1677 seine frühere Theorie einer Revision unterzogen (Leibniz 2001: 225), (Leibniz A: VI4pur, N. 359), dies jedoch erst später, im Jahre 1695 (Leibniz 1982: I (1)), öffentlich dargestellt. Voltaire läßt offen, „avec Newton“, ob Leibniz unabhängig von Newton zu dieser Meinung gekommen ist.

<sup>58</sup> Diese Teilung der gelehrten Welt betraf die *Interpretation* der Theorien, behinderte jedoch keineswegs die Kommunikation zwischen den Vertretern der Schulen (Leibniz 1718). In dieser Zeit war z. B. Castillon mit der Herausgabe der Werke Newtons (Newton 1744), dem Briefwechsel zwischen Leibniz und Johann Bernoulli (1745) und der Eulerschen *Introductio in analysin infinitorum* (1748) befaßt.

Frankreich und in Frankreich war diejenige, die es wagte, Emilie Du Châtelet.

“(…) kannte man das letzte Verhältniß ihrer verschwindenden Incremente schon lange vor *Newton* und *Leibniz*. (…) Dagegen leidet es keinen Zweifel, daß wir denjenigen Theil des Differenzial=Calculus, welcher sich mit den irrationalen Functionen beschäftigt, *Newton* verdanken, (…) *Leibnizen* sind wir nicht weniger verpflichtet. Er brachte nemlich diesen Calcul, den man bis dahin bloß als einen besonderen Kunstgriff betrachtet hatte, in die Form einer Wissenschaft, bildete aus den Regel desselben ein System, und stellte dasselbe in einem hellen Lichte dar.” (Euler 1790: LXXII)

Die Kommunikation der *kühnen Eighteenth-century Marquise*, die Zinsser in ihr sieht, mit den *jungen Mathematikern*<sup>59</sup> begann in den Cafés (Hamel 1910: Chap. III). Nachdem Maupertuis bereits Newtonianer war und Voltaire die *Briefe aus England* schrieb, gab es nur eine Alternative, entweder man war Newtonianer oder Leibnizianer. Es wäre sicher zu viel verlangt gewesen, die Freude über den Abschied von der Descartesschen Metaphysik und Physik durch das Akzeptieren der Metaphysik von Leibniz zu trüben. So konnten auch keine Zweifel aufkommen an der Lockeschen Interpretation der Newtonschen Theorie. Es wurden, im Gegenteil, die *empiristischen* Elemente der Newtonschen Theorie ebenso unterstrichen und betont wie die *metaphysischen* Elemente der Leibnizschen Theorie, und die einen jeweils über die anderen gestellt und darüber hinaus über alles andere, was bei Newton und Leibniz außerdem zu finden ist, und es wurde ein Werk begonnen, das Mach später vollendete, die Separation des Newtonschen und Leibnizschen Erbes. Emilie Du Châtelet hat gezeigt, daß es erforderlich ist, die Newtonsche und Leibnizsche Theorie als ein Gesamtwerk zu begreifen. Dieser Standpunkt wurde, ohne auf Du Châtelet zurückzugreifen, am Anfang des 20. Jahrhunderts wieder geltend gemacht, als Keynes, ebenso wie zuvor Couturat das

---

<sup>59</sup> Den Newtonianern (d’Alembert 1997: Einleitung).

Leibniz-Bild<sup>60</sup>, das Newton-Bild des 19. Jahrhunderts in Frage stellte (Keynes 1947) (1936)<sup>61</sup>

### 3. Im Kontext der Aufklärung

Ihr seyd, mein Sohn, in dem glückseligen Alter, da der Verstand zu denken anfänget (...). Ihr müsset Euren Verstand bey Zeiten daran gewöhnen, daß er denken und sich selbst genug seyn könne. (Du Châtelet 1743: Vorbericht, I)

Ich würde sogar verlangen, dass Ew. H. in meinen vorge-tragenen Satz ein Mißtrauen setzen und ihn schlechterdings nicht eher glauben sollten, als bis Sie selbst die Gründlichkeit der Schlüsse eingesehen hätten, worauf sein Beweis gebaut ist. (Euler 1768-1772: Lettre CXIX)

Im Jahre 1783 stellt Johann Friedrich Zöllner zwei Fragen<sup>62</sup>, die von Mendelssohn und Kant in den Schriften „Was heißt aufklären?“ (Zöll-

---

<sup>60</sup> Auch in diesem Falle bestätigt sich die Sicht von Russell und Keynes, daß Leibniz' Theorie sich erst vollständig aus „seinen privaten Reflexionen“ erschließt: „It would not be just here to pass by entirely the name of the great Leibniz, who, wiser in correspondence and fragmentary projects than in completed discourses, has left to us sufficient indications that his private reflections on this subject were much in advance of his contemporaries.“ (Keynes 1921: 272)

<sup>61</sup> „I believe that Newton was different from the conventional picture of him. But I do not believe he was less great. He was less ordinary, more extraordinary, than the nineteenth century cared to make him out. (...) In the eighteenth century and since, Newton came to be thought of as the first and greatest of the modern age of scientists, a rationalist, one who taught us to think on the lines of cold and untingered reason. I do not see him in this light. (...). Newton was not the first of the age of reason. He was the last of the magicians, the last of the Babylonians and Sumerians, (...) the last great mind which looked out on the visible and intellectual world with the same eyes (...).“ (Keynes 1947)

<sup>62</sup> „Was ist Aufklärung? Diese Frage, die beinahe so wichtig ist, als: was ist Wahrheit, sollte doch wol beantwortet werden, ehe man aufzuklären anfange! Und noch habe ich sie nirgends beantwortet gefunden!“ (Zöllner 1783)

Die Frage Zöllners freilich hat einen sehr praktischen Hintergrund, wie schon aus der Überschrift seines Artikels hervorgeht *Ist es rathsam, das Ehebüdniß ferner durch*



ner 1783) bzw. „Was ist Aufklärung?“ (Kant 1910: VIII, 34) aufgenommen und beantwortet werden<sup>63</sup>. Zöllner erhebt diese Fragen in den Rang von philosophischen Fragen und führt aus, diese Frage sei „beinahe so wichtig als: was ist Wahrheit“ (Zöllner 1783). Die erste Frage bezieht sich auf den „Unterricht der Jugend“, die zweite Frage auf den philosophischen und geschichtlichen Hintergrund, wie er sich gegen Ende des 18. Jahrhunderts, zwei Jahre nach Kants *Kritik der reinen Vernunft*<sup>64</sup>, den Zeitgenossen darstellt. Zuvor hatte sich Aufklärung dargestellt als Ausgang aus der „tiefen Nacht“ des Mittelalters (Du Châtelet 1743: Vorbericht, V) und wird nun zum „Ausgang des Menschen aus seiner selbstverschuldeten Unmündigkeit“<sup>65</sup> (Kant 1910: VIII, 35).

Sieht man von dieser Position zurück, so kann man leicht feststellen, daß Du Châtelet und Euler, nimmt man die *Zöllnersche* Frage als Bezugspunkt, beiden Aspekten der Frage gerecht geworden sind, ist doch, sowohl in der *Naturlehre an Ihren Sohn* von Du Châtelet als auch in den *Briefen an eine deutsche Prinzessin* von Euler, der Adressat die Jugend. Geschrieben sind beide Texte mit dem Ziel, den „Ausgang aus einer *natürlichen*, d.h. *nicht selbst verschuldeten* Unmündigkeit“<sup>66</sup>, nicht nur als möglich anzusehen und zu fordern, sondern vor

---

*die Religion zu sanciren?*, und entspringt, ebenso wie die Frage nach dem „Unterricht der Jugend“ nicht so sehr der Philosophie selbst.

<sup>63</sup> Mendelsohn: „Über die Frage: was heißt aufklären?“ (Mendelsohn 1784). Kant: „Beantwortung der Frage: Was ist Aufklärung?“ (Kant 1910: VIII, 34)

<sup>64</sup> Und zu der Zeit der Publikation der *Prolegomena*.

<sup>65</sup> „Aufklärung ist der Ausgang des Menschen aus seiner selbst verschuldeten Unmündigkeit. Unmündigkeit ist das Unvermögen, sich seines Verstandes ohne Leitung eines anderen zu bedienen.“ (Kant 1910: VIII, 35)

<sup>66</sup> Eine solche Unschuld gesteht Kant auch der Vernunft zu: „In diese Verlegenheit geräth sie ohne ihre Schuld“ (Kant 1910: IV, 7), repräsentiert wird diese Verlegenheit durch die Metaphysik, den „Kampfplatz dieser endlosen Streitigkeiten“ (Kant 1910: IV, 7). Kant sieht nun die besondere Situation erreicht, dass sich die Vernunft aus dieser „Verlegenheit“, d.h. von der Metaphysik befreien kann. Hinsichtlich der „selbst verschuldeten Unmündigkeit“ (Kant 1910: VIII, 35) bleibt offen, ob sich die nunmehr „Unmündigen“ zuvor bereits im Zustande der Mündigkeit befunden haben oder selbst noch Unmündige „ohne eigene Schuld“ waren. Letzteres trifft auf alle jene zu, die sich, ebenso wie ihre Sohn, „in dem glückseligen Alter (sind), da der Verstand zu denken anfänget“ (Du Châtelet 1743: Vorbericht, I). Eine *Kinderphysik*, wie sie später von Haman in einem Brief an Kant in Erwägung gezogen wurde, würde keine anderen Adressaten haben (Kant 1910: X, 27).

allem zu *ermöglichen* und so zu gestalten, daß die „Benutzung des eigenen Verstandes ohne die Leitung eines anderen“, schließlich zu einer Selbstverständlichkeit wird<sup>67</sup>.

Die *Naturlehre* lag als deutsche Übersetzung seit 1743 vor. Du Châtelets Kontroverse mit de Mairan wurde von Kant in seinen „Gedanken von der wahren Schätzung“ diskutiert (Kant 1910: I, 45, 55, 56, 67, 92, 124) (1746-1749). Es kann davon ausgegangen werden, daß später auch Hamann die *Naturlehre* gelesen hat (Hamann 1955-1979: Brief 072) (1759) und nicht nur hinsichtlich der Hypothesen (Kant 1910: X, 28), sondern auch hinsichtlich der Frage, wie eine „Kinderphysik“ zu schreiben sei, darauf zurückkommt (Kant 1910: X, 21). In einem Brief an Kant ergeht sich Hamann genußvoll in der Schilderung der Schwierigkeiten, die einem solchen Unternehmen im allgemeinen und hinsichtlich Kant im besonderen entgegenstehen und bietet sich sogar an, die „Stelle des Kindes zu vertreten“<sup>68</sup> (Kant 1910: X, 27).

---

<sup>67</sup> Euler selbst konnte auf eine solche Erfahrung zurückblicken: „1720 wurde ich bey der Universität zu den Lectionibus publicis promovirt: wo ich bald Gelegenheit fand, dem berühmten Professori Johanni Bernoulli bekannt zu werden, welcher sich ein besonderes Vergnügen daraus machte, mir in den mathematischen Wissenschaften weiter fortzuhelfen. Privat Lektionen schlug er mir zwar (...) ab: er gab mir aber (...) alle Sonnabend Nachmittag freyen Zutritt bey sich selbst, und hatte die Güte, mir die gesammelte Schwierigkeiten zu erläutern, (...).“ (Euler 2007, Autobiographie) Du Châtelet partizipierte indirekt ebenfalls an dieser Art des Unterrichts, die Johann Bernoulli pflegte, nachdem seit 1730 Maupertuis ihr Mentor wurde, der zuvor zwischen 1729 und 1730 von Johann Bernoulli unterwiesen worden war (Zinsser 2013).

<sup>68</sup> „Die meisten, ja alle Hamann- und Kantforscher, die ich kenne, nehmen den Brief wörtlich.“ (Kühn 2003: 536) Kühn nennt Graubner und Blumenberg. Kühn wendet ein, daß sich keine Zusammenarbeit ergab und dass es deshalb nicht erforderlich ist, „Argumente anzuführen, die eine Zusammenarbeit (...) ‚plausibel‘ machen“ (Kühn 2003: 536). Aus einer späteren, nicht weniger interessanten Korrespondenz Kants mit Lamberts (zwischen 1765 und 1770), Kant spricht später von einem „vereinbarten Geschäfte“ (Kant 1910: 204) („soferne Sie belieben mit meinen kleineren Bestrebungen Ihre Kräfte zu vereinbaren“ (Kant 1910: IX, 47)), ergab sich zwar ebenfalls keine „Zusammenarbeit“. Die Korrespondenz hatte ihre Wirkung keineswegs verfehlt, denn es erfolgte eine späte, überaus bedeutungsvolle Antwort Kants, welche einen Grundstein der *Kritik der reinen Vernunft* betrifft („Der vortreffliche Mann hatte mir einen Einwurf wider meine damals geäußerten Begriffe von Raum und Zeit gemacht, den ich in der *Kritik der reinen Vernunft* Seite 36-38 beantwortet habe.“ (Kant 1910: IX, 204) „Damals“ bezieht sich auf das Jahr 1770). Es könnte in Erwägung gezogen werden, daß Hamanns Insistieren auf der Rolle der *Sinnlichkeit*, wie sie von Hume dargestellt wurde, und den Konsequenzen, die Hamann entwickelte, für Kant nicht

Der selbständige Gebrauch des eigenen Verstandes und die damit unvermeidlich verbundene Notwendigkeit, sich insbesondere in ein Verhältnis zu den „größten Männern“ (le respect pour les plus grands hommes) (Du Châtelet 1743: Vorbericht, X) zu setzen und die „Hochachtung (...) nicht auf eine blinde Anbetung hinaus“ zu treiben<sup>69</sup> (Du Châtelet 1743: Vorbericht, X), steht nicht erst im Zeitalter der Aufklärung, sondern bereits in der Antike auf der Tagesordnung und nimmt

---

weniger bedeutungsvoll war als die „Einwürfe“ von Lambert („Hamann was the one who introduced Kant to Hume's writings in the first place.“ (Griffith 2013)). Hamann erklärte zwar Hume zu „seinem Philosophen“, unterwarf jedoch seine Theorie einer umfassenden Reinterpretation. „These attitudes, which they have in common, may be called criticism of reason, epistemological empiricism, and subjectivism. In spite of these attitudes, which they share, the difference between their ways of thinking leads to Hamann's practise of not adopting any of Hume's ideas unchanged. Instead of speaking of reception it would be better to speak of a transformation of Hume's thoughts into the totally different world of Hamann's ideas.“ (Graubner 1989) Kant folgte Hamann später in diesem Vorgehen, die kritische Philosophie unterscheidet sich grundsätzlich von Hume und ebenfalls von Berkeley, wie Kant betont. Graubner macht auf das *programmatische* Vorgehen Hamanns aufmerksam und betont, dass seine Hume-Rezeption „is a conscious transformation of empiricism into a theology of language, which has had an effect even on romantic and idealistic secularization“ (Graubner 1989). Eine solche *Transformation des Empirismus*, vervollständigt durch eine *Transformation des Rationalismus*, hat später auch Kant vorgenommen, ohne allerdings, ebenso wie Hamann, die Bedeutung der Sprache für das Erkennen zu betonen und etwa eine „philosophy of language“ in Erwägung zu ziehen. Hamanns spätere *Metakritik* (Hamann 1965) (1784) der Kantischen *Kritik* geht von diesem Punkt aus, bleibt jedoch folgenlos, weil seine eigene Theorie der Sprache keine ausreichende Basis für eine Widerlegung Kants bildet. Hamann verweist auf die Verdienste Berkeleys, ohne den Hume „schwerlich der große Philosoph geworden wäre“ (Hamann 1965).

<sup>69</sup> Der junge Kant entschließt sich, um vor der Gefahr einer jeden Anbetung gefeit zu sein und sich des Gebrauchs seines eigenen Verstandes zu versichern, weit über das hinauszugehen, was Du Châtelet für erforderlich hält. „Nunmehr kann man es kühnlich wagen das Ansehen der Newtons und Leibnize für nichts zu achten, wenn es sich der Entdeckung der Wahrheit entgegen setzen sollte, und keinen andern Überredungen als dem Zuge des Verstandes zu gehorchen“ (Kant 1910: I, 7). Seinem Versuch war kein Erfolg beschieden. „The *Thoughts on the True Estimation of Living Forces* appeared too late to have any impact on the *vis viva* controversy, and the whole debate unfolded, progressed, and ended without Kant. At the date of its publication the issue had already been settled for mechanics, and the topic of living forces was dead. What was worse, the proposal failed to solve the problem; even if the book had appeared earlier, it would not have made any difference. Historically, it was too late; philosophically, it was misguided.“ (Schönfeld 2000: 36)

seinen Ausgangspunkt vom Verhältnis von Plato zu Homer und Aristoteles zu Plato<sup>70</sup>. Newton hat bereits in seiner Jugend in dem Motto zu seinem *Waste Book* (1660) sich dieser Sicht angeschlossen, und Plato und Aristoteles nicht nur in die Reihe seiner Ahnen aufgenommen, sondern zugleich, ebenso wie zuvor Aristoteles zu Plato, nach demselben methodologischen und ethischen Prinzip, eine kritische Distanz zu beiden entwickelt:

Amicus Plato, amicus Aristoteles, sed magis amica veritas (Newton 1660).

Später erklärt Newton diesen Standpunkt in einem Brief an Hooke<sup>71</sup>. Dieser Sicht schließt sich Du Châtelet an<sup>72</sup>. Als Erben von Descartes, Newton und Leibniz sehen sich Du Châtelet und Euler, ebenso wie ihre Zeitgenossen, der aufkommenden und später dominierenden *europäische Form* der Wissenschaft und Aufklärung verpflichtet, welche die weitere Entwicklung bis ins 20. Jahrhundert bestimmt. Die *Elemente der Philosophie Newtons*, die *Naturlehre (Institutions)* und die *Briefe* sind aus einer Synthese der Erkenntnisse aller europäischer Schulen<sup>73</sup> ebenso hervorgegangen wie später die *Encyclopédie*

---

<sup>70</sup> „Nam Plato dicit, Amicus est Socrates magister meus, sed magis amica Veritas. Et Aristoteles dicit se magis velle veritati consentire, quam amicitiae Platonis doctoris nostri carissimi.“ (Denn Plato sagt, daß Sokrates, mein Meister, mein Freund ist, aber ein größerer Freund ist die Wahrheit. Und Aristoteles sagt, daß er es vorzieht, in Übereinstimmung mit der Wahrheit zu sein, als mit der Freundschaft zu unserem Meister, Platon.) (Bacon 1900: I, vii)

<sup>71</sup> „Wenn ich etwas weiter sah als andere, so deshalb, weil ich auf den Schultern von Riesen stand (What Des-Cartes did was a good step. You have added much several ways, & especially in taking ye colours of thin plates into philosophical consideration. If I have seen further it is by standing on ye shoulders of Giants).“ (Turnbull 1959: 416). In neuerer Zeit wurde dieses Modell reformuliert und für die Interpretation von Einsteins Werken herangezogen und dessen Fruchtbarkeit für die Analyse der Wissenschaftsentwicklung bestätigt: „Auf den Schultern von Riesen und Zwergen“ (Renn 2006).

<sup>72</sup> „Wir erheben uns zur Erkenntniß der Wahrheit, wie die Riesen, die den Himmel erstiegen, und einander auf die Schultern traten. *Cartes* und *Galiläus* haben die *Huygens*, die *Leibnitze* (les Huygens, & les Leibnits), die großen Leute gezogen (...).“ (Du Châtelet 1743: Vorbericht, V).

<sup>73</sup> „Euler’s entrance completed the ‚Basel quartet‘, which was to write a significant piece of history of the Petersburg Academy. Purely numerically, however, the land Württemberg exceeded the Basel contingent by quite a bit. One of the most brilliant representative of these ‚seven Swabians‘ who went to the Petersburg Academy doubt-

Diderots und d'Alemberts (publiziert zwischen 1751-1772). Populär ist diese Synthese, weil sie tradierte Schranken nicht beachtet und sich über die „Nationenhändel“ erhebt und zugleich eine Verabschiedung der traditionellen Metaphysik anstrebt, an deren Stelle eine „sound philosophy, supported by science“ tritt, wie Condorcet schreibt<sup>74</sup>. Ebendies gilt auch für die Methodologie von Du Châtelet. Ebenso wie Du Châtelet und Euler betont Condorcet das Ziel, den Leser nicht zu verwirren, sondern aufzuklären, oder, wie er schreibt, „runs no risk of perplexing or misleading the attentive student“ (Condorcet 1823).

#### **4. Du Châtelet über den methodologischen Status von Hypothesen**

Der Streit über die Hypothesen war nicht nur ein Streit um die Rolle und Zulässigkeit von Hypothesen, sondern zugleich immer ein Streit über die Relationen zwischen Metaphysik, Mathematik und Physik. Newtons Diktum, zunächst formuliert hinsichtlich der Ursachen der Gravitation, wurde auf alle Gebiete der Physik ausgedehnt. Du Châtelet geht zunächst von der ursprünglichen Bedeutung aus.

Über dieß dünket mich, sey es so unbillig, wenn die Cartesianer die Anziehung, als eine Hypothesin nicht annehmen wollen, als es unver-

---

lessly was the widely educated Georg Bernhard Bülfinger (1693–1750).“ (Fellmann 2007: 37) In der „Mathematischen Klasse“ im ersten Band der *Novi Commentarii* publizierten Jakob Hermann, Bernhard Bülfinger, Nikolaus Bernoulli, Daniel Bernoulli, Christian Goldbach und Christian Wolff.

<sup>74</sup> „The Letters of Euler to a German Princess have acquired, over all Europe, a celebrity, to which the reputation of the Author, the choice and importance of several subjects, and the clearness of elucidation, justly entitle them. They have deservedly been considered as a treasure of science, adapted to the purposes of every common seminar of learning. (...) they convey accurate ideas respecting a variety of objects, highly interesting in themselves, or calculated to excite a laudable curiosity; they inspire a proper taste for the sciences, and for that sound philosophy which, supported by science, and never losing sight of her cautions, steady, methodical advances, runs no risk of perplexing or misleading the attentive student.“ (Condorcet 1823)

nünftig ist, wenn einige Newtonianer sie zu einer Eigenschaft der Materie machen. (Du Châtelet 1743: Vorbericht, VIII)

Du Châtelet kommt dann auf diejenigen zu sprechen, die darin „fehlen (...), daß sie alle Hypothesen aus der Physik verbannen wollen“ (Du Châtelet 1743: Vorbericht, VIII). Die Korrelation zur Metaphysik zeigt sich in der hervorgehobenen Position des Kapitels *Über die Hypothesen*, das auf die Kapitel 3 *Von den Gründen unserer Erkenntniß* und 4 *Von dem Wesen, den beständigen und veränderlichen Eigenschaften* folgt. Im Kapitel 2 *Daß ein Gott sey* überträgt Du Châtelet der Leibnizsche Interpretation von der „Erkenntnis der notwendigen Wahrheiten“ (Leibniz 1998: §. 30) auf die Naturlehre: „Die Untersuchung der Natur erhebet uns zur Erkenntniß eines höchsten Wesens“ (Du Châtelet 1743: §. 18).

Du Châtelet knüpft hinsichtlich der Methodologie bei Aristoteles und Newton, den „beyden grössesten Leuten zu ihrer Zeit (des deux plus grands hommes de leur siècle)“ an (Du Châtelet 1743: Vorbericht, X), und formuliert die Korrelation von Metaphysik und Methodologie im Anschluß an Descartes und Leibniz (Leibniz 1998: §§. 31-39). Du Châtelet und Euler, der aus dieser Korrelation „tiefe Einsichten“ (Euler 1746a: II (63)) gewinnt, nehmen jedoch bereits, ganz im Leibnizschen Geiste, eine ebenso bedeutsame und folgenreiche Separation vor, die letztlich auf Leibniz zurückgeht, aber lange Zeit übersehen wurde. Nach Leibniz unterliegen die „Wahrheiten“ die Metaphysik, ebenso wie die „Wahrheiten“ aller anderen Disziplinen, dem Prinzip des Widerspruchs und dem Prinzip des zureichenden Grundes. In der Naturlehre führt diese Unterscheidung zu dem Unterschiede zwischen den notwendigen und den kontingenten Wahrheiten (Leibniz 1996: §§. 31-33) und schließlich, nach der Interpretation von Eulers *Réflexions sur l'espace et le temps* (Euler 1748) durch Vorländer<sup>75</sup> (Vorländer

---

<sup>75</sup> „Es bildete sich überhaupt neben dem Dogmatismus der Wolffschen Schule ein kleiner Kreis von skeptischkritisch-methodologischen Denkern, die das Bedürfnis nach einer neuen Grundlegung der Philosophie empfanden. Dazu gehört, abgesehen von dem vorkritischen Kant selber, von der naturwissenschaftlichen Seite zunächst a) der berühmte Mathematiker Leonhard Euler (1707 bis 1783), der als klassischer Vertreter des Geistes der mathematischen Naturwissenschaft (Newtons) in Deutschland bezeichnet werden kann.“ (Vorländer 1908: II, Kap. VIII, §. 29)

1908: II, Kap. VIII, §. 29) und Cassirer, zu einer Emanzipation der Naturlehre von der Metaphysik (Cassirer 1922: Bd. 2, 475-485).

Russell interpretiert später Leibniz in eben diesem Sinne. „Leibniz war von der Bedeutung der Logik, und zwar nicht nur in ihrem eigenen Bereich, sondern auch als Grundlage der Metaphysik, fest überzeugt.“ (Russell 2001: 600). Russell macht einen Unterschied zwischen dem „populären“, bekannten Leibniz und dem „esoterischen“ Leibniz, der sein anderes System, das „tiefsinmig, geschlossen, (...) und verblüffend logisch ist“ (Russell 2001: 590), unpubliziert gelassen hat<sup>76</sup>.

Leibniz kann, und will sicherlich auch nicht, diese Komponente aus seinen veröffentlichten Schriften vollständig tilgen. So war es für Du Châtelet, ebenso wie für Euler möglich, diese, von den meisten seinen Zeitgenossen und Nachfolgern nicht bemerkte und nicht beachtete, unter einer schützenden Hülle verborgene Komponente der Leibnizschen Theorie<sup>77</sup> aufzufinden<sup>78</sup>, und zwar nicht, wie es später Couturat

---

<sup>76</sup> „Was ein menschliches Wesen tut, hat immer einen Grund, aber der zureichende Grund seiner Handlung ist nicht logisch notwendig. So wenigstens drückt sich Leibniz aus, wenn er populär schreibt; aber wie wir sehen werden, hatte er noch eine andere Anschauung, die er für sich behielt, nachdem er erfahren hatte, daß sie Arnauld für schockierend hielt.“ (Russell 2001: 593) Wolff erläutert das Prinzip des zureichenden Grundes in eben diesem „populären“ Sinn (Wolff 1724: 10-11), den Du Châtelet interpretiert für eine Situation, in der die Bedingungen zu einer Handlung „gleichermaßen möglich“ (également possibles) und deshalb „gleichwahrscheinlich“ sind, wenn sich nicht ein zureichender Grund findet, der diese Gleichheit aufhebt (Du Châtelet 1743: §. 6). „In seinem der Öffentlichkeit verschlossenen Denken stellt Leibniz das beste Beispiel eines Philosophen dar, der die Logik als Schlüssel für die Metaphysik verwendet.“ (Russell 2001: 603) Du Châtelet sieht eine ähnliche Bedingung „hinsichtlich einiger Punkte in der Metaphysik“ erfüllt, die sich „so strenge erweisen lassen, als die geometrischen Wahrheiten, ob sie gleich von anderer Art sind.“ (Du Châtelet 1743: Vorbericht, XII)

<sup>77</sup> „Die meisten Texte, die wir zum Verständnis seiner esoterischen Lehre heranziehen müssen, wurden erstmalig 1901 oder 1903 in zwei Abhandlungen von Louis Couturat publiziert. Eine davon war von Leibniz selbst mit der Bemerkung überschrieben: ‚Hier habe ich einen gewaltigen Fortschritt gemacht‘. Trotzdem hielt sie kein Herausgeber bis fast zweihundert Jahre nach Leibniz’ Tod der Veröffentlichung für würdig.“ (Russell 2001: 599)

<sup>78</sup> Die Konsequenzen der Leibniz-Lektüre zeigen sich bei einem Vergleich der Versionen des §. 25 von 1740 von 1742. In der 1740er Version heißt es: Freiheit ist, wenn

möglich war, aus den *unveröffentlichten*, sondern bereits aus den *veröffentlichten* Leibnizschen Manuskripten. Dieses Beispiel zeigt, dass schon sehr früh, man könnte sagen, einer Interpretation von Leibniz im *Voltaireischen Stil* eine Interpretation im *Euler-Du Châteletschen Stil* gegenüberstand. Voltaire entwickelt die *metaphysikkritischen* Konsequenzen, Du Châtelet und Euler entwickeln die *methodologischen* Konsequenzen.

Du Châtelet gelingt eine Synthese des Rationalismus und des Empirismus, welche über den seit Aristoteles (Aristoteles 1960: 995a, 15-20) etablierten und akzeptierten festgeschriebenen Gegensatz von notwendigen und kontingenten Wahrheiten, d.h. den Domänen des Rationalismus bzw. Empirismus, hinausgeht. Ebenso gewiss wie der Gegensatz ist jedoch, ebenfalls seit Aristoteles, der Ursprung dieser Unterteilung, der „Dinge, die keinen Stoff haben“ und der „Dinge, die Stoff haben“ (Aristoteles 1960: 995a, 15-20) und die Korrelation der Verfahren zur Verifikation, denn zumindest seit Euklid wird in beiden Fällen gefordert, *Beweise* zu führen (Du Châtelet 1743: §§. 2, 3). Es macht deshalb keinen wesentlichen Unterschied, ob die Hypothese auf „rationalistischer“ oder „empiristischer“ Grundlage formuliert wurde, weil alle Hypothesen zunächst weder völlig gewiss noch völlig ungewiss sind, sondern einen gewissen *Grad von Wahrscheinlichkeit* haben, d.h. es gibt sowohl Gründe, die für, als auch Gründe, die gegen die Hypothese sprechen. Dies gilt natürlich ebenfalls für den Vergleich von konkurrierenden Hypothesen.

Später favorisiert Kant, aus der Sicht von Russell (Russell 2001: 714-715) und Frege (Frege 1884: §. 12), das *Konstruktionsverfahren* von *Urteilen* (in Du Châtelets Terminologie formuliert, handelt es sich um die Frage „Wie man synthetische Sätze a priori machet“) gegenüber dem *Beweisverfahren* (a priori und a posteriori beziehen sich auf das

---

man, gemäß der Wahl des eigenen Willens, etwas tun oder nicht tun kann (car agir suivant la choix de sa propre volonté, c'est être libre (Du Châtelet 1740: §. 25)). In der 1742er Ausgabe ist dieser Satz aus dem Text des §. 25 völlig verschwunden und es heißt: Jede Entscheidung bedarf eines zureichenden Grundes. Für eine Entscheidung ist nicht allein der freie Wille, sondern auch ein zureichenden Grund erforderlich (Leibniz 1998: §§. 31-38).



Beweisverfahren). Du Châtelet bezieht ebenfalls *a priori* und *a posteriori* auf das Beweisverfahren (relatives *a priori* als „bereits erkannte Wahrheiten“) (Du Châtelet 1743: §. 60).

Bereits Leibniz hatte die Korrelation von Konstruktions- und Beweisverfahren dargestellt (Couturat 1903: 356–399, (136)), (Leibniz 1960: 241-303 (136)) und hervorgehoben, dass „wahr das (ist), was bewiesen werden kann, d.h. wovon der Grund durch Auflösung (*cujus ratio reddi potest resolutione*) gegeben werden kann“ (Couturat 1903: 356–399, (130a)), (Leibniz 1960: 241-303 (130a)). Die „Auflösung“ betrifft das Beweisverfahren, d.h. jeder Ausdruck oder Satz ist in der Regel nicht durch sich selbst bewiesen, sondern erst mittels des Grundes, der durch „Auflösung gegeben“ wird<sup>79</sup>.

Es ist beeindruckend und bemerkenswert, wie nahe Du Châtelet, ohne diese Texte zu kennen, den Leibnizschen Überlegungen kommt.

Im Unterschied zu Kant, der später die Grenzen der Erkenntnisse abstecken wollte<sup>80</sup>, geht es Du Châtelet, ebenso wie Locke (Locke 1690) und Leibniz (Leibniz 1704: Buch IV, Kap. XII), um das „Wachstum der Wissenschaften“, welches erst durch Hypothesen möglich wird (Du Châtelet 1743: Vorbericht, VIII). Du Châtelet warnt jedoch, ebenso wie Kant, vor „Hypothesen, die das Gift der Philosophie“ sein können und zur Spekulation führen, die sich nicht an der Erfahrung orientiert (Du Châtelet 1743: Vorbericht, VIII und IX).

---

<sup>79</sup> „Notwendig ist das, was durch Auflösung auf ein Identisches zurückgeführt wird. Unmöglich ist, was durch Auflösung auf einen Widerspruch zurückgeführt wird. Falsch ist der Ausdruck oder Satz, der wie immer bewiesene Gegensätze enthält; (...)“ (Leibniz 1960: 287) Von diesem Verfahren hat Euler bei der Analyse und Kritik des *Lehr=Gebäudes von den Monaden* Gebrauch gemacht (Euler 1746a). „131. Die Auflösung geschieht auf zweifache Weise, entweder von Begriffen im Geiste, ohne einen Erfahrungssatz (*vel conceptum in mente, sine experimento*) (...), oder von Wahrnehmungen und Erfahrungen (*vel perceptionum seu experientiarum*).“ (Leibniz 1960: 287)

<sup>80</sup> D’Alembert führt diese Idee auf Newton zurück. „Aber seine wichtigste Tat für die Philosophie war es vielleicht, ihr Zurückhaltung aufzuerlegen und jene ihr von Descartes unter zwingenden Umständen verliehene Kühnheit in vernünftigen Grenzen zu halten.“ (d’Alembert 1997: Einleitung, 77)

Es ist jedoch vor allem den Hypothesen ebenfalls eigentümlich, dass sie, in angemessener Form verwendet, über die vorliegenden Erfahrungen hinausweisen, weil die Ursachen der Phänomene in vielen Fällen unbekannt sind:

Wenn man (...) noch nicht in Stande ist, die Wahrheit der Dinge zu weisen, die man angenommen hat, so machet man eine Hypothese. (Du Châtelet 1743: § 56)

Du Châtelet streitet deshalb nicht nur für die Berechtigung von Hypothesen, sondern verwendet besondere Sorgfalt auf die Methoden ihrer *Verifikation* und *Falsifikation*, die in einem bewährten und geprüften methodologischen Rahmen erfolgt, der durch das *Prinzip des Widerspruchs*, das Leibnizsche *Prinzip des zureichenden Grundes* und die Unterteilung der verifizierten Hypothesen in notwendige und kontingente Wahrheiten (Leibniz 1998: §§ 31 – 37)<sup>81</sup> gebildet wird<sup>82</sup>. Du Châtelets Diskussion der Hypothesen bewirkt eine *Vervollständigung* der methodologischen Prinzipien, die sich aus der Idee ergibt, den Status von konkurrierenden Hypothesen durch den *Grad der Wahrscheinlichkeit* ihrer Geltung zu charakterisieren (Du Châtelet 1743: § 67). Jede Hypothese gilt deshalb, folgt man Du Châtelet, als eine potentielle kontingente oder notwendige Wahrheit, d.h. ist ein *Mittel zur Erkenntnis der Wahrheit*, d.h. die Hypothese ist noch nicht die Wahrheit selbst (Du Châtelet 1743: §. 58). Leibniz hatte bereits in den *Nouveaux Essais* (1704, publiziert 1765) seine ursprüngliche Einteilung erweitert und „gemischte Wahrheiten“ in Erwägung gezogen, die sich weder notwendigen noch kontingenten Wahrheiten zuordnen lassen<sup>83</sup>, ist jedoch in der *Monadologie* auf diese Erweiterung nicht zurückgekommen, sondern hat vielmehr die „esoterische Darstellung“ verhüllt

---

<sup>81</sup> Hinsichtlich der Übersetzung von „vérités contingentes“ als „kontingente Wahrheiten“ folgen wir Hecht (Leibniz 1996).

<sup>82</sup> Von diesen Prinzipien macht nicht nur Du Châtelet Gebrauch, sondern auch Daniel Bernoulli und Euler und später auch Lagrange, der über das Prinzip des zureichenden Grundes sagt: „This, said Lagrange, gives a solid basis for mathematical proof as does the principle of contradiction.“ (Grabiner 2009: 4)

<sup>83</sup> Diese „gemischten Sätze“ werden „aus Vordersätzen abgeleitet (...), von denen einige aus Tatsachen und Beobachtungen, andere aus notwendigen Sätzen stammen“ (Leibniz 1996: Buch IV, Kap. 11, §. 13).

und den ursprünglichen Gegensatz festgeschrieben (Leibniz 1996, §. 33) (1714)<sup>84</sup> und sogar einen Zusammenhang zum „letzten Grund aller Dinge“ (Leibniz 1996: §§. 37-38) hergestellt.

Die Erörterung von „gemischten Wahrheiten“ in den *Nouveaux Essais* ist um so mehr zu würdigen, hatte doch Leibniz zuvor, fast 20 Jahre früher, in seinen unveröffentlichten Schriften (Couturat 1903: 356 – 399, (133-136)) (um 1686), zwischen den notwendigen und kontingenten Wahrheiten eine solche „unüberschreitbare Schranke“ errichtet, dass selbst Frege<sup>85</sup> noch diese Besonderheit hervorhebt<sup>86</sup>.

Am Anfang, so Du Châtelet („Bey allen Untersuchungen muß man einen Anfang haben, (...).“ (Du Châtelet 1743: §. 58)), geht es weder um notwendige noch kontingente Wahrheiten, sondern um einen Entschluss, etwas „anzunehmen“ (Du Châtelet 1743: §. 56) und danach zu prüfen, ob es auch wahr ist, wie die Hypothesen von Ptolemäus und Kopernikus über das Sonnensystem zeigen.

Du Châtelet hatte gute Gründe, dem methodologischen Status von Hypothesen Aufmerksamkeit zu widmen, waren doch fast alle Kontroversen im 17. und 18. Jahrhundert seit Descartes, Huygens und Newton über die Natur des *Lichtes* (Huygens und Euler versus Newton), den leeren Raum und das Plenum und die *Gravitation* (Huygens, Leibniz, Johann Bernoulli und Euler versus Newton) durch konkurrierende Hypothesen bestimmt. Keine dieser Hypothesen, sei es die Newtonschen Emanationstheorie, sei es die Huygenssche Wellentheorie, konnte sich durchsetzen, weil es nicht gelang, eine der beiden Theorien zu falsifizieren (Du Châtelet 1743: §. 64). Jede der konkurrierenden Theorien erfuhr eine partielle Bestätigung, so dass

---

<sup>84</sup> Nachdem Leibniz diese Grundlagen gelegt hatte, ist er schließlich selbst und ebenso seine Nachfolger über diesen Rahmen hinausgegangen.

<sup>85</sup> „Der Vergleich mit der Commensurabilität und Incommensurabilität richtet freilich doch wieder eine für uns wenigstens unüberschreitbare Schranke zwischen zufälligen [kontingenten] und notwendigen Wahrheiten auf.“ (Frege 1884: § 15)

<sup>86</sup> Aus der erstaunlichen Ähnlichkeit von Du Châtelets Sicht auf die Hypothesen und der Leibnizschen Darstellung lässt sich ablesen, dass Du Châtelet die Leibnizsche Theorie in eben diesem Sinne weiterentwickelt hat, wie Leibniz es selbst zuvor getan hatte (Leibniz 1996: *Nouveaux*, Buch IV, Kap. XII).

beiden Theorien eine *Wahrscheinlichkeit* für ihre Geltung zugesprochen werden musste. In der Praxis führte dies dazu, dass eine Vereinigung der „schönen Seiten“<sup>87</sup> (Bernoulli 1735) versucht wurde und „Hybride“ entstanden, die Komponenten und Hypothesen sowohl der einen als auch der anderen Theorie enthalten, eine Entwicklung, die sich bis ins 20. Jahrhundert fortsetzte<sup>88</sup>.

Es ist ein Verdienst von Du Châtelet, im Vorbericht und insbesondere im Kapitel *Über die Hypothesen*, aber auch anderen Stellen, einen *Abriss der Geschichte des Cartesianismus in Frankreich* gegeben zu haben. Dies wird insbesondere deutlich, wenn man in der *Einleitung zur Enzyklopädie* die korrespondierende Darstellung von d’Alembert findet (d’Alembert 1997: Einleitung, 68-83), die zum Teil über Du Châtelet hinausgeht, was nicht verwunderlich ist, denn Du Châtelet schreibt keine Einleitung zu einer Enzyklopädie, jedoch in wesentlichen Punkten die ursprüngliche Sicht *einschränkt*. Letzteres ist vor allem auf d’Alemberts ambivalentes Verhältnis zur Methodologie und Metaphysik zurückzuführen, insbesondere in seiner Sicht auf die Hy-

---

<sup>87</sup> Über die Hypothesen sagt Johann Bernoulli: „Ein reiner Geometer ist nicht verpflichtet, den Ursprung der Fakten zu erklären: Er kann sie unterstellen, um ihre Eigenschaften zu entdecken, er schließt eben aus gegebenen Hypothesen. Es wäre zu wünschen gewesen, daß die Parteigänger des Herrn Newton dem Beispiel ihres Meisters gefolgt wären, anstatt zu behaupten, daß die Leere und die Anziehung in der Natur der Dinge seien, und sie seien Prinzipien der Existenz. Sie hätten sie nur betrachten sollen als Arten des Verstehens.“ (Bernoulli 1935)

<sup>88</sup> Die ältere Quantenmechanik (1900-1925) war aus dem Versuch entstanden, die Gültigkeit der klassischen Mechanik und Elektrodynamik nicht grundsätzlich in Frage zu stellen, sondern mit den Regeln zur Quantisierung zu vereinbaren. So versuchte Planck im Jahre 1913, die klassische Theorie einer „kontinuierliche Absorption“ von Strahlung durch die „Hypothese der Quantenemission“ zu vervollständigen. „Da nun in dem angenommenen Absorptionsgesetz die Quantenhypothese noch keinen Platz gefunden hat, so folgt, daß sie bei der Emission der Oszillatoren irgendwie zur Geltung kommen muß, und dies geschieht durch die Einführung der Hypothese der *Quantenemission*. Wir wollen nämlich voraussetzen, daß die Emission nicht, wie Absorption, kontinuierlich erfolgt, sondern daß sie nur in ganz bestimmten Zeitpunkten, plötzlich, stoßweise, einsetzt, (...)“ (Planck 1913: § 147) Einstein hatte bereits 1905 eine Lösung, die *Lichtquantenhypothese*, vorgeschlagen (Einstein 1905), die jedoch zu radikal zu sein schien, um akzeptiert zu werden (Planck 1913: Vorwort). Vom Standpunkt der Quantentheorie wäre die Annahme einer *kontinuierlichen Absorption* natürlich ebenso eine *Hypothese*, wie es die Hypothese der *Quantenemission* vom Standpunkt der klassischen Theorie ist.

pothesen, unter denen er vor allem die „metaphysischen Hypothesen“ versteht, d.h. diejenigen Hypothesen, die ohne Rückgriff auf die Erfahrung zustande kommen.

Clarke und natürlich auch Newton betrachten Leibniz' Hypothesen über Raum und Zeit als *zulässige* Hypothesen, d.h. als Aussagen, die es zu widerlegen gilt. Ebenso betrachtet Leibniz die Newtonschen Hypothesen als *zulässig*, ungeachtet der Absicht, die Newtonsche Theorie zu widerlegen<sup>89</sup>. Es ist dies eine Situation der Diskussion von Hypothesen, deren jeder eine gewisse *Wahrscheinlichkeit* zukommt, d.h. des Prozederes ihrer *Verifikation* und *Falsifikation*, die Du Châtelet analysiert hat (nach dem Modell des Leibniz-Clarke Briefwechsels). Wären die Hypothesen zunächst nicht gleichermaßen unterschieden von sicheren oder notwendigen Wahrheiten, d.h. kontingente Wahrheiten und deshalb wahrscheinlich, wenn auch in einem *unterschiedlichen Grad*, so würde sich jede Diskussion erübrigen<sup>90</sup>.

Für d'Alembert erübrigt sich eine Diskussion von „Hypothesen“, die im Kontext eines Systems auftreten, er ist, wie Bacon, ein „Gegner aller Systeme“ und schätzt die „vornehme Schlichtheit“, mit der Bacon seine „Vermutungen darlegt“ (d'Alembert 1997: Einleitung, 66).

Wir erklären an dieser Stelle, daß wir vor allem dem Kanzler Bacon die bereits erwähnte enzyklopädische Übersichtstafel verdanken, (...). (...) wir kommen auf dieses Bekenntnis zurück und werden es bei jeder Gelegenheit wiederholen. Wir haben es jedoch nicht für nötig ge-

---

<sup>89</sup> Es kommt noch hinzu, dass Leibniz selbst in den 1670er den *absoluten Raum* und seine Relation zu den Körpern betrachtet hat (Leibniz 2001: 225), (Leibniz A: VI4pur, N. 359), so dass Newtons Erörterungen in den *Principia* für Leibniz keineswegs eine Überraschung darstellten.

<sup>90</sup> Theorien über Raum und Zeit als Hypothesen. „Les uns disent que l'espace n'est rien sans les corps, ni même rien de réel en lui-même; que c'est une abstraction de l'esprit, un être idéal, que ce n'est que l'ordre des choses entant qu'elles co-existent, & qu'il n'y a point d'espace sans corps.

D'autres au contraire soutiennent que l'espace est un être absolu, réel, & distingué des corps qui y sont placés; que c'est une étendue impalpable, pénétrable, non solide, le vase universel qui reçoit les corps qu'on y place; en un mot une espèce de fluide immatériel & étendu à l'infini, dans lequel les corps nagent.“ (d'Alembert & Diderot 1751-1772: Espace), (Du Châtelet 1742: Chap. V, §. 72)

halten, dem großen Mann, den wir hier als unseren Lehrmeister anerkennen, in jedem Punkte folgen zu müssen. (d'Alembert 1997: Einleitung, 67)

Warum gab es, trotz Berkeley (Berkeley 1901) (1721), keine Kritik des Newtonschen Begriffs des absoluten Raumes durch Voltaire<sup>91</sup> und d'Alembert?

#### 4.1. Wahrheiten und Hypothesen. *Von den Gründen unserer Erkenntniß* oder von den notwendigen und kontingenten Wahrheiten

Nach Leibniz ist die Physik der Mathematik und der Metaphysik subordiniert<sup>92</sup> (Leibniz A: A VI 4b1, N. 267). Nach d'Alembert gibt es keine Subordination, sondern eine Annäherung der Physik an die Geometrie, die Geometrie bleibt, wie bei Leibniz, das Paradigma. D'Alembert verwendet für die Relation von Geometrie und Physik Modelle, die bereits von Aristoteles (Aristoteles 1960: 995a, 15-20) und Leibniz benutzt wurden und fügt die Vorstellung einer „Annäherung an eine Grenze“ hinzu. Die „Wahrheiten der Physik“ nähern sich den „Wahrheiten der Geometrie“ an, ohne diese jemals zu erreichen.

(...) il est de même des vérités géométriques. Elles sont en quelque manière la limite, & si l'on peut parler ainsi, l'asymptote des vérités physiques, le terme dont celles-ci peuvent approcher aussi près qu'on veut, sans jamais y arriver exactement.

---

<sup>91</sup> „Es ist zu bemerken, daß *Newton* in allem, was Raum, Zeit und die Grenzen der Welt betrifft, den alten Ansichten von *Demokrit*, *Epikur* (...) folgte, die von (...) *Gassendi* berichtigt worden sind.“ (Voltaire 1738: Buch I, Kap. 2) Voltaire hätte in dieser Frage ebenso gut auf Leibniz verweisen können. „Mir einst, der ich als junger Mann die Natur des Körpers mit *Demokrit* und seinen Anhängern in dieser Sache, *Gassendi* und *Descartes*, damals allein in der trägen Masse bestimmte (...)“ (Leibniz 1982: I (10)), (Leibniz A: AVI4pur, N. 359)

<sup>92</sup> Es ist nicht zu übersehen, dass die Subordination entfällt, wenn das Prinzip des zureichenden Grundes auch für die Metaphysik gilt. Du Châtelet trägt dieser Konsequenz Rechnung, wenn sie annimmt, dass die „Gewißheit auf den höchsten Grad getrieben“ werden kann (Du Châtelet 1743: §. 3). Euler sieht ebenfalls die Bedingung für eine solche Gleichrangigkeit von Geometrie und Physik erfüllt (Euler 1768-1772: Lettre LXXI).

Geometrical truths are in a way a limit and, if we may so speak, asymptotes of physical truths; that is to say, the latter approach the former indefinitely near without ever reaching them exactly. (d'Alembert 1785: II, 132)

Leibniz hatte bereits im Jahre 1690 für einen solchen Vergleich zwischen notwendigen und kontingenten Wahrheiten ebenfalls ein mathematisches Modell herangezogen, um den „Ursprung der kontingenten Wahrheiten aus dem Fortgang ins Unendliche nach dem Beispiel der Proportion zwischen inkommensurablen Größen“ zu demonstrieren (Couturat 1903: 1-2), (Leibniz 1960: 420-422). Aus dem Text geht hervor, dass notwendige und kontingente Wahrheiten grundsätzlich als korreliert anzusehen sind, d.h. sich in ihren Besonderheiten gegenseitig bestimmen. „Beide sind dennoch nicht empirisch, sondern a priori unfehlbar nach einer gewissen Art (i) durch sichere, doch nicht notwendige Gründe (...)“<sup>93</sup>, (ii) durch notwendige Beweise der Geometer erkannt (...)“<sup>94</sup>. (Couturat 1903: 2), (Leibniz 1960: 422). Außerdem verwendet Leibniz ebenfalls das Modell der Asymptoten, korreliert mit dem Modell von Linien, die sich schneiden<sup>95</sup>. Leibniz gelangt zu anderen Schlussfolgerungen als d'Alembert, weil es im Falle der Kurve unmöglich ist, dass sie einen Schnittpunkt mit der Asymptoten hat, im Falle der „Wahrheiten“ Leibniz jedoch annimmt, dass alle Wahrheiten nicht nur beweisbar sind, sondern bewiesen werden müssen, wenn auch die Gründe der kontingenten Wahrheiten „nur von (...) Gott erkannt sind“.

Wenn die Analyse ins Unendliche geht und und niemals zur Vervollendung gelangt, ist die Wahrheit kontingent, die unendliche Gründe einschließt, so daß irgendein Rest bleibt, von dem wieder ein Grund anzugeben ist.

---

<sup>93</sup> Das betrifft die kontingenten Wahrheiten.

<sup>94</sup> Das betrifft die notwendigen Wahrheiten. Leibniz fügt hinzu: „welche Beweise jedoch nicht durch aussagbare Zahlen zu begreifen sind“.

<sup>95</sup> Leibniz benutzt ebenfalls dieses geometrische Modell, doch seine Interpretation betrifft nicht die Relation zwischen Geometrie und Physik, sondern die Relation von notwendigen und kontingenten Wahrheiten. „Der Unterschied zwischen notwendigen und kontingenten Wahrheiten ist demnach derselbe wie der zwischen sich schneidenden Linien und Asymptoten.“ (Couturat 1903: 356 – 399, (135)), (Leibniz 1960: 288)

Durch die fortgesetzte Analyse aber ergibt sich eine unendliche Reihe, die jedoch von Gott vollkommen erkannt wird; und dies ist die Wissenschaft der Schau, unterschieden von der Wissenschaft des einfachen Verstandes.

(...) denn Beweise kontingenter Wahrheiten zu geben ist unmöglich. (Couturat 1903: 1-2), (Leibniz 1960: 420-422)

Leibniz sieht den Ursprung der kontingenten Wahrheiten in dem „Fortgang ins Unendliche“. Du Châtelet diskutiert einen realen Fall, die Entwicklung der Astronomie, die zeigt, dass eine Verifikation, so schwierig sie auch gewesen sein mag, schließlich zu einem Abschluss kommt, indem statt der bisherigen Theorie oder Hypothese eine neue Hypothese angenommen wird.

„(...) die unüberwindlichen Schwierigkeiten der Folgerungen (...) und die Unmöglichkeit, nach dieser Hypothese Tabellen zu machen, die mit den Erscheinungen vom Himmel übereinstimmen, den *Copernicus* darauf brachten, sie gänzlich zu verlassen, und eine ihr entgegengesetzte anzunehmen.“ (Du Châtelet 1743: § 57)

Du Châtelet modifiziert dieses Modell in einem weiteren entscheidenden Punkt. Die von Leibniz postulierte *unendliche* Folge von Schritten wird, obwohl es sich um eine kontingente Wahrheit handelt, auf eine *finite* Prozedur reduziert, die ursprüngliche Hypothese verworfen und durch eine „ihr entgegengesetzte“ ersetzt, *die darüber hinaus*, dem Konstruktionsprinzip für notwendige Wahrheiten folgend, das Gegenteil der ursprünglichen Hypothese ist,

„welche mit den himmlischen Erscheinungen so gut übereinstimmt, daß ihre Gewißheit itzo der Demonstration nahe kommt, und kein Astronom die Ptolemäische zu vertheidigen waget.“ (Du Châtelet 1743: § 57)

Fast ebenso beschreibt d’Alembert, man könnte sogar meinen mit den Worten von Du Châtelet, die Widerlegung der Wirbeltheorie: „Die alte Lehre ist so geächtet, daß ihre unermüdlichsten Verfechter die Wirbeltheorie nicht einmal mehr zu nennen wagen, (...).“ (d’Alembert 1997: Einleitung, 79)



Du Châtelet zeigt, dass zumindest in der Astronomie kontingente Wahrheiten in notwendige Wahrheit transformiert werden können. Als Mannigfaltigkeit von Hypothesen können die von Aristarch, Ptolemäus, Kopernikus, Tycho de Brahe und Kepler konstruierten Modelle des Planetensystems dienen. Aus einer solchen Mannigfaltigkeit von konkurrierenden, zunächst gleichwahrscheinlichen Hypothesen oder kontingenten Wahrheiten ist eine Auswahl zu treffen, die natürlich nur dann gelingt, wenn theoretische oder experimentelle Kriterien für unterschiedliche Grade von Wahrscheinlichkeit dieser Modelle definiert werden.

Frege weist darauf hin, dass Leibniz dazu „neigt, alle Wahrheiten als beweisbar anzusehen: ‚(...) dass jede Wahrheit ihren apriorischen, aus dem Begriff der Termini gezogenen Beweis hat, wiewohl es nicht immer in unserer Macht steht, zu dieser Analyse zu kommen‘“ (Frege 1884: §. 15) und dass deshalb die „Aeusserungen (über Asymptoten und Inkommensurable) an Gewicht verlieren“, wenn „alle Wahrheiten als beweisbar“ anzusehen sind (Frege 1884: §. 15), wird wohl bereits Leibniz deutlich gewesen sein<sup>96</sup>.

Du Châtelet erklärt den Ursprung der kontingenten Wahrheiten anders als Leibniz. Die Anzahl der Bestimmungen wird nach der Leibnizschen Konstruktion auf zwei, repräsentiert durch A und non-A, beschränkt. Der Grad der Wahrscheinlichkeit ist deshalb bereits a priori festgelegt, weil A ebenso möglich ist wie das Gegenteil non-A (Leibniz 1996: § 33) und A und non-A deshalb zunächst *gleichwahrscheinlich* sind, während nach Du Châtelet eine zunächst *unbestimmte* Anzahl von Bestimmungen in Frage kommt, so dass

---

<sup>96</sup> „Tatsächlich können wir über Asymptoten und Inkommensurable und ebenso über das Kontingente vieles mit Gewißheit einsehen nach dem Prinzip, daß jede Wahrheit muß bewiesen werden können; wenn daher hier wie dort sich alles auf dieselbe Weise bei den Voraussetzungen erhält, kann es keinen Unterschied bei den Folgerungen geben; (...).“ (Couturat 1903: 356 – 399, (136)), (Leibniz 1960: 289) Es gibt deshalb, ebenso wie bei notwendigen Dingen“ einen „vollen Erkenntnisgrund des Kontingenten“ (Couturat 1903: 356 – 399, (136)), (Leibniz 1903: 289), denn sonst wäre es nicht gültig, daß „jede Wahrheit muß bewiesen werden können (ex hoc ipso principio quod veritatem omnem oportet probari posse)“.

„ein Ding auf unterschiedene Art seyn kann, und keine seiner Bestimmungen notwendiger als eine andere (c'est-à-dire, lorsqu'il est possible, qu'une chose existe de différentes manieres, & qu'aucune de ses déterminations n'est pas plus nécessaire qu'une autre chose). Alsdann hat der Grund des Widerspruchs nicht mehr statt.“ (Du Châtelet 1743: § 7)

ist, d.h., *keine* der Bestimmungen ist *notwendig* oder *alle* Bestimmungen sind *kontingent* und damit *wahrscheinlich*<sup>97</sup>. Du Châtelet geht von den vorgefundenen Tatsachen aus und beruft sich auf Archimedes' Untersuchungen einer sich im Gleichgewicht befindenden Waage mit „gleichen Armen und gleich schweren Gewichten“, bei der „kein zureichender Grund vorhanden wäre, warum vielmehr die eine Schale als die andere niedersteigen sollte“ (Du Châtelet 1743: § 8). Euler argumentiert ebenfalls so, wenn er den Gegenstand der Mechanik bestimmt<sup>98</sup> (Euler 1862: §. 1).

Der Übergang von „keine seiner Bestimmungen (ist) nicht notwendiger als eine andere“ (Du Châtelet 1743: § 7) zu „nicht *wahrscheinlicher* als eine jede andere“ und damit zu „*gleichwahrscheinlichen* Bestimmungen“ ist eine unmittelbare Konsequenz dieser Annahme. Die Anzahl der „Wahrheiten“ ist demnach nicht nur auf diejenigen beschränkt, die nach dem Gesetz des Widerspruchs konstruiert sind, d.h. entweder A oder non-A, diese Vorschrift gilt sowohl für die notwendigen als auch für die kontingenten Wahrheiten (Leibniz 1999: §§. 31-33), sondern zunächst beliebig. Von hier führt ein direkter Weg zu der Idee, daß die Bestimmungen entweder *gleichwahrscheinlich* sind, wenn keine einen Vorzug vor den anderen genießt, oder zu solchen Wahrheiten, welche wegen unterschiedlicher zureichender Gründe einen *unterschiedlichen Grad* von Wahrscheinlichkeit besitzen.

---

<sup>97</sup> Weil „alsdann der Grund des Widerspruchs nicht mehr statt (hat), entsteht die Notwendigkeit, ein anderes Prinzip anzuwenden (alors la nécessité d'un autre principe se fait sentir, parce que celui de contradiction n'a plus lieu).“ (Du Châtelet 1742: §. 7)

<sup>98</sup> „1. Die Naturlehre ist eine Wissenschaft, die Ursachen der Veränderungen, welche sich an den Körpern ereignen, zu ergründen. Wo eine Veränderung vorgeht, da muss auch eine Ursache sein, welche dieselbe hervorbringt, weil gewiss ist, dass nichts ohne einen zureichenden Grund geschehen kann.“ (Euler 1862: §. 1)

Zuvor, im Jahre 1726, hatte Daniel Bernoulli die Aufgabe formuliert, die aus der seit Archimedes geltenden Relation von *Geometrie* und *Statik* abzuleiten war und die es zu lösen galt, wenn die *Mechanik oder die Wissenschaft von der Bewegung*<sup>99</sup> nicht nur als eine Disziplin gelten sollte, deren Ergebnisse mit den *experimentellen* Befunden übereinstimmen und die deshalb als eine *kontingente* Wahrheit anzusehen sei, sondern darüber hinaus, ebenso wie die *Statik oder die Wissenschaft vom Gleichgewicht*, den gleichen Status wie die Geometrie<sup>100</sup> hätte und demnach ihre Gesetze *notwendige* Wahrheiten wären.

Du Châtelet folgt Leibniz in der Annahme, dass alle Wahrheiten zu beweisen sind (Du Châtelet 1743: §. 3). Der Status ergibt sich, wenn der Ausgangspunkt *Hypothesen* sind, erst aus dem *Beweisverfahren*<sup>101</sup>. Die Konstruktion oder die „innerliche Empfindung der Klarheit und Deutlichkeit“ (Du Châtelet 1743: §. 2) genügen nicht<sup>102</sup>.

Nach Du Châtelet führt die Frage nach der „Möglichkeit (eines) Begriffs“ (etwa des Begriffs der Ausdehnung) auf die Aufgabe, einen zureichenden Grund für die *Möglichkeit* der Ausdehnung anzugeben: „Wie und warum ist Ausdehnung möglich?“ (Du Châtelet 1743: §§. 72, 73, 77, 121<sup>103</sup>). Die Ausdehnung gehört damit a priori zum

---

<sup>99</sup> So lautet der programmatische Titel von Eulers Mechanik, *Mechanica sive motus scientia analytice exposita* (Euler 1736).

<sup>100</sup> „(...) cum vi demum cognovi, theoremata statica non minus *necessario vera esse*, quam sunt geometrica.“ (Bernoulli 1726: II) Daniel Bernoulli verwendet hier die Leibnizsche Methodologie und Terminologie. Die „Theoreme der Statik sind nicht *weniger notwendig* als die Theoreme der Geometrie“. Kürzlich hat Speiser die Intentionen Daniel Bernoullis mittels der gegenwärtig akzeptierten wissenschaftstheoretischen Terminologie dargestellt und deren grundsätzliche Bedeutung hervorgehoben. „Heute kennen wir die Bedeutung der Tatsache, daß die physikalischen Gesetze invariant bezüglich einer Transformationsgruppe sind. Bernoullis Bestreben ist ein Schritt in diese Richtung.“ (Speiser 1987: 20)

<sup>101</sup> Bei Leibniz hingegen ist es umgekehrt, das Beweisverfahren ergibt sich aus der Art der Wahrheit: „Ist eine Wahrheit notwendig, so kann man ihren Grund durch Analyse finden, (...)“. (Leibniz 1999: §. 33)

<sup>102</sup> Später übernimmt die Anschauung die Rolle der „innerlichen Empfindung“ als Kriterium (Schopenhauer 1891: Bd. 2, Kap. XIII).

<sup>103</sup> „Denn man kann ja nicht wissen, warum die Ausdehnung wirklich ist, sondern, wie und warum sie möglich ist.“ (Du Châtelet 1743: §. 121)

Begriff des Körpers, d. h. ohne dass ein Beweis geführt wird. Sonst, so Du Châtelet, würde es nicht möglich sein, Kontroversen zu einem Ende zu führen.

Zudem würde die Methode<sup>104</sup> zu nichts dienen, als die Streitigkeiten unendlich zu machen. Denn alle, die einander entgegen gesetzte Meinungen hegen, haben jeder diese lebhafte und innerliche Empfindung von der Wahrheit dessen was sie vortragen. Keines von beyden Theilen darf also nachgeben, weil die Deutlichkeit auf beyden Seiten gleich ist. Man muß also statt des Spiels unserer Einbildungskraft Erweise gebrauchen, (...). (Du Châtelet 1743: §. 2)

Du Châtelet verweist auf Euklid und den „Nutzen dieser Methode in der Geometrie“.

So ist z. E. kein Begriff klärer, als der Begriff von der Möglichkeit eines gleichseitigen Triangels, (...). Nichtsdestoweniger hat *Euclides*, der strenge Schlußkünstler, sich daran nicht genügen lassen, daß er sich auf unsere lebhafte und innerliche Empfindung von diesen Wahrheiten berufen; sondern sie strenge erwiesen (...). (Du Châtelet 1743: § 3)

Außerdem ist nicht zu übersehen, dass diese Interpretation des Leibnizschen Prinzip des zureichenden Grundes nicht nur zur Euklidischen Methode des Beweisens und der Frage „Wie ist Ausdehnung möglich?“ führt, sondern, auf die Erkenntnis überhaupt angewandt, die Form annimmt „Wie ist Erkenntnis möglich?“

Die kritische Analyse und vollständige Darstellung von konkurrierenden Hypothesen<sup>105</sup> erfordert Unparteilichkeit, d.h. die ausdrückliche Absicht und darüber hinaus die Fähigkeit, *zunächst keiner der Hypothesen einen Vorzug gegenüber der anderen einzuräumen*, der sich nicht ausschließlich aus dem direkten Vergleich der Hypothesen

---

<sup>104</sup> Die Methode Descartes', sich auf die lebhafte innerliche Empfindung zu berufen.

<sup>105</sup> Die konkurrierenden Hypothesen werden in der Regel von konkurrierenden Schulen formuliert und verteidigt. Ein unparteilicher Dritter („hütet euch, mein Sohn“ (Du Châtelet 1743: Vorbericht, VII)) muß nicht nur die Hypothesen verstehen, sondern diese, zum Zwecke der Verifikation oder Falsifikation, auch reformulieren, um die Vergleichbarkeit der Hypothesen zu gewährleisten.

ergibt, sondern alle Gründe zu analysieren, die für oder gegen die Hypothesen sprechen. Das ist ein schwieriges Unterfangen, denn selbst die Vereinigung der „schönen Seiten“ von zwei konkurrierenden Hypothesen könnte bereits zu einer unzulässigen, der kritischen Analyse entgegenstehenden Auswahl führen.

Am Ende des 17. Jahrhunderts hatte Bayle eine adäquate Form der Darstellung für diese Situation geschaffen (Bayle 1697), die im 18. Jahrhundert von Diderot und d’Alembert in der *Enzyklopädie* fortgeführt und weiterentwickelt wird<sup>106</sup>. Es ist nicht zu übersehen, daß eine solche Darstellung den Gebrauch des eigenen Verstandes voraussetzt.

Du Châtelet präsentiert in dem Kapitel *Über die Hypothesen* die methodologische Quintessenz dieser Entwicklung, die nicht nur auf Bayle, sondern ebenso auf Descartes, Newton, Huygens und Leibniz zurückgeht<sup>107</sup>. Dilthey sieht im *Dictionnaire* von Bayle eine „Rüstkammer der philosophischen Skepsis und der historischen Kritik für die französische Aufklärung“ (Dilthey 2000, 115).

Später ergibt sich eine andere Perspektive. So spricht Cassirer von einem „eigentümlichen Schauspiel“<sup>108</sup> und meint eben jenes Vorgehen, das für Du Châtelet und Euler eine Selbstverständlichkeit war, nämlich den erreichten Stand der Erkenntnis *vollständig*, d.h. ohne von „Partheilichkeit hingerissen“ zu werden (Du Châtelet 1743: Vor-

---

<sup>106</sup> „Der *Dictionnaire historique et critique* (DHC) von 1696, (...), wächst sich im Laufe seiner zahlreichen Auflagen zu einem die Fachwelt beeindruckenden Monument der Aufklärung aus. Seine Wirksamkeit reicht weit über seine ursprüngliche Funktion als Fehlerlexikon hinaus, ja er wird zu einem Bestseller des 18. Jahrhunderts. Voltaire und die Autoren der *Encyclopédie* berufen sich auf Pierre Bayle, Katharina die Große von Rußland hat das Werk angeblich ganz durchgearbeitet, Johann Christoph Gottsched läßt den DHC ins Deutsche übersetzen, und der junge Goethe findet ihn in der Bibliothek seines Vaters. (...) ich verlor mich aber in ein noch größeres Labyrinth, als ich Baylen in meines Vaters Bibliothek fand.“ (Bayle 1997) (vgl. auch Gärtner (Gärtner 1976))

<sup>107</sup> „(...) es lohnt sich, daß dieses ausgegraben und in die öffentlichen Schatzkammern getragen wird“ (Leibniz 1982: I (1)).

<sup>108</sup> Streintz spricht sogar von einem „ungeklärten Rätsel“ (Streintz 1883) (zitiert von Cassirer (Cassirer 1922: II, 482)).

bericht, VII), in „voller Unparteilichkeit nebeneinander“ zu stellen und bis in die „letzten Konsequenzen“ zu verfolgen<sup>109</sup>.

#### 4.2. Wann man „eine Hypothese machet“

Du Châtelet folgt dem Beispiel des „strengen Schlußkünstlers“ Euklid, dass alles zu beweisen ist, selbst diejenigen Einsichten, die auf der „Klarheit der intuitive Evidenz“ beruhen, von der Descartes<sup>110</sup> ausging und Schopenhauer später spricht (Schopenhauer 1891: Bd. 2, Kap. 13), d.h. dass man „sich nicht seiner Einbildungskraft (...) überlassen“ muss und es „sich nicht dran genügen lassen, (...) sich auf die lebhafteste und innerliche Empfindung von diesen Wahrheiten zu berufen“ (Du Châtelet 1743: §. 3). Am Anfang, so Du Châtelet, geht es deshalb weder um notwendige noch kontingente Wahrheiten, sondern um einen Entschluss, etwas „für wahr anzunehmen“ und danach zu prüfen, ob es auch wahr ist.

Wenn man gewisse Dinge annimmt, um den Grund dessen anzuzeigen, was man wahrnimmt, und man noch nicht in Stande ist, die Wahrheit der Dinge zu erweisen, die man angenommen hat, so machet man eine Hypothese. Also gebrauchen sich die Philosophen der Hypothesen, die Begebenheiten dadurch zu erklären, deren Ursache wir weder durch Erfahrung noch durch Demonstrationen<sup>111</sup> entdecken können. (Du Châtelet 1743: §. 56)

Du Châtelet sieht diese Sicht bestätigt durch die Entwicklung der Astronomie. So analysiert Du Châtelet die Hypothesen von Ptolemäus

---

<sup>109</sup> „Dass aber trotz allem die erkenntniskritischen Skrupel und Fragen sich nicht dauernd beschwichtigen ließen, dafür bietet Eulers letzte große Gesamtdarstellung der Mechanik, (...) das eigentümliche Schauspiel, dass sie *beide* gegnerische Ansichten — ohne zwischen ihnen zunächst eine endgültige Entscheidung zu treffen — in voller Unparteilichkeit nebeneinander stellt und sie bis in ihre letzten Konsequenzen verfolgt.“ (Cassirer 1922: II, 482)

<sup>110</sup> Allerdings hat Descartes mit seiner *analytischen Geometrie* den Grundstein gelegt, um diese Sicht in Frage zu stellen, während sie Schopenhauer zur Grundlage seiner Analyse nimmt.

<sup>111</sup> Nach Leibniz „die Wahrheiten der Tatsachen“ bzw. „die Wahrheiten des Vernunftgebrauchs“ (Leibniz 1999: §. 33).

und Kopernikus über das Sonnensystem und zeigt, dass „die Hypothesen der Leitfaden (sind), der uns zu den höchsten Entdeckungen geführt hat“ (Du Châtelet 1743: §. 57).

Denn wenn man mit der Berechnung des Laufes der Gestirne so lange hätten warten wollen, bis man die wahre Theorie der Planeten gefunden, so würden wir wirklich gar keine Astronomie haben. (Du Châtelet 1743: §. 57)

Der Gegenstandsbereich „Hypothesen“ wird von Du Châtelet wie zunächst wie folgt festgelegt: (i) Hypothesen sind Sätze, die weder vollständig bewiesen noch vollständig widerlegt sind. (ii) Hypothesen haben einen gewissen Grad von Wahrscheinlichkeit, weil gewisse Erfahrungen (Daten) für die Hypothese und andere gegen die Hypothese sprechen. (iii) In der damaligen Terminologie formuliert: Hypothesen sind „Wahrheiten“, die weder vollständig bewiesen noch vollständig widerlegt sind.

Du Châtelet macht deutlich, dass jede neue Erfahrung in einer doppelten Beziehung zu betrachten ist, nämlich in derjenigen, die jede *neue* Erfahrung zu *allen bisherigen* Erfahrungen, und in derjenigen, die jede *neue* Erfahrung zu *allen bisherigen* Theorien hat. Wenn „man eine Hypothese machet“ hat man demnach bereits einen Vergleich durchgeführt, ohne diese Hypothese bereits vorauszusetzen. Die Hypothese ist ein Resultat, das sich aus diesem Vergleich ergibt. „Vermutungen“ ergeben sich ebenfalls auf keinem anderen als auf diesem Wege, denn sonst wären sie bereits bewiesen oder widerlegt.

Das Wort „Hypothese“ kann durch die Worte „Vermutung“ (conjecture) oder „Mutmaßungen“ und „Hinweise“ ersetzt werden, wenn durch die Wahl dieser Terminologie die *Ablehnung der Metaphysik* und zugleich ein weniger ausgeprägter Anspruch auf Wahrheit, repräsentiert etwa durch eine asymptotische Annäherung an eine Grenze, die als Maßstab der Wahrheit dient (d’Alembert 1785: II, 132), zum Ausdruck gebracht werden soll, wie d’Alembert betont<sup>112</sup>. D’Alembert

---

<sup>112</sup> D’Alembert sieht einen weiteren Missbrauch. „Immerhin muß der Mißbrauch zugegeben werden, den die Mathematiker gelegentlich mit der Anwendung der Al-

hebt nachdrücklich hervor, dass sich die „Vermutungen“ und „Mutmaßungen“ auf die „Beobachtung stützen“ muss, ohne den Umstand zu betonen, dass eine Situation eintreten kann oder sogar in der Regel eintritt, wo neue Resultate von Beobachtungen weder durch bereits bewiesene Theorien noch durch bekannte Erfahrungen gestützt werden können.

Eine neue Art, Hypothesen zu machen und zu formulieren, die sich von früheren Versuchen und Verfahren unterscheidet, ergibt sich durch die *analytische Wende* in der Entwicklung der nach-Newton'schen Physik. Bei Newton dominiert die Geometrie. Wenn die geometrischen Kriterien durch analytische Kriterien angeblöst werden, so müssen die Hypothesen nicht nur den logischen Prinzipien, sondern auch den Regeln und Kriterien des Calculus genügen. Euler formuliert ein Programm für die *Mechanik oder analytische Darstellung der Wissenschaft von der Bewegung* (Euler 1736). Die Konsequenz ist, wie Euler später bei der Begründung des Differentialkalküls erläutert,

„daß ich auch nicht einmal eine einzige Figur zur Erläuterung nöthig (...) habe“ (Euler 1790: Vorwort).

Daniel Bernoulli diskutiert *analytisch formulierte* Hypothesen oder eine Kollektion von Bewegungsgleichungen: (i)  $dc = p dt$ , (ii)  $dc = p^4 dt$ , (iii)  $dc = p^5 dt$ , (iv)  $dc = \sqrt{p} dt$ , (v)  $dc = f \cdot p \cdot dt$  (Speiser 1987: 5), (vi)  $cdc = p dt$ , (vii)  $cc = 4pt$  (viii)  $dc = p dt = p dx$   $lc$  oder (ix)  $cdc = p ds$ , (x)  $cc = 4f p dx$ , (xi)  $c = \sqrt{4f p dx}$ , (xii)  $c = \int p dt$  ( $c$  Geschwindigkeit,  $dc$  Inkrement der Geschwindigkeit,  $dt$  Zeitelement, konstante Kraft (Druck)  $p$ ) (Bernoulli 1726), die deutlich machen, daß innerhalb der Naturlehre eine *analytische Wende* stattgefunden

---

gebra auf die Physik treiben. (...) und wir kommen nun zu dem Schluß, daß der einzig wahre Weg der Naturphilosophie in der Anwendung der mathematischen Analyse auf die Erfahrungstatsachen oder auch nur in einer methodisch gelenkten und bisweilen durch Mutmaßungen und Hinweise auf neue Gesichtspunkte unterstützten Beobachtung liegt, die jedoch jedoch von jeder willkürlichen Hypothese streng geschieden werden muß“ (d'Alembert 1997: Einleitung, 22) Châtelet erspart sich eine solche längere Polemik und wendet sich der detaillierten Untersuchung der Wissenschaftsentwicklung zu.



hat. Die Formulierung dieser Hypothesen wäre ohne die von Newton und Leibniz geschaffene *Methode der Fluxionen* (Newton 1671), bzw. der *Differential- und Integralrechnung* (Leibniz 1684), nicht möglich gewesen.

Die analytisch formulierten Relationen haben nach Euler den Status von *gleichwahrscheinlichen* Hypothesen.

Da Daniel Bernoulli (...) alle diese als gleichwahrscheinlich angenommen hat, war ich um die strengen Beweise dieser Sätze sehr besorgt“ (Euler 1850: §. 152)

Der entscheidende Punkt ist, dass d’Alembert in den Relationen Bernoullis und Eulers<sup>113</sup> nicht die Darstellung von Hypothesen über die *gegenseitige Abhängigkeit* von physikalischen Größen, sondern *Definitionen* sieht<sup>114</sup> und für ihn Eulers Schlußfolgerung, daß es sich bei den Gesetzen der Mechanik um notwendige Wahrheiten handelt, überflüssig und wie beim Streit um das Maß der lebendigen Kräfte ein „Streit um Worte“ („une disput de mots“) ist (d’Alembert 1743, 16). Voltaire hat bereits vor d’Alembert diese Ansicht vertreten („daß es im Grunde ein Streit um Worte ist“, „c’est au fond une dispute de mots“) (Voltaire 1738, IX).

---

<sup>113</sup> Bei Daniel Bernoulli und Euler ist von einer „Funktion“ die Rede: „(...) ut incrementa velocitatum ductis in functionem quamcunque pressionum (...)“ (Daniel Bernoulli 1726), „Es ist klar, daß dieser Lehrsatz nicht nur wahr, sondern auch notwendig wahr sein muss, so dass ein Widerspruch entstehen würde, wenn man  $dc = p^4 dt$  vel  $p^5 dt$  oder irgendeine andere Funktion von  $p$  multipliziert mit  $dt$  gleichsetzen wollte.“ (Euler 1850: §. 152) Bei Bernoulli bezeichnet „ $p$ “ einen Druck,  $dc$  die Geschwindigkeitsänderung und  $dt$  das Zeitelement. Die konsequente Übertragung dieses Begriffs der *Funktion* und deren algebraische Darstellung aus der Mathematik in die Physik, die durch den Ansatz Daniel Bernoullis und anderer Autoren (siehe *Commentarii* von 1726) vorbereitet wird, ist das Verdienst Eulers. Vorher waren Proportionen üblich, um die Beziehungen zwischen den Größen auszudrücken. „Evidently the concern about the physical nature of the variables time, space and velocity prohibited the use of algebraic operations for these variables (...). In Huygens (...) we meet the same proportionalities (...), the formula does not appear (...) and the result (...) is difficult to locate in the text.“ (Bos 2005)

<sup>114</sup> Speiser kommentiert, dass Bernoulli niemals, diese Relationen als „eine bloße Definitionen akzeptiert“ haben würde (Speiser 1987, 5).

#### 4.3. Vom Nutzen der Wahrscheinlichkeiten

Du Châtelet leitet das Kapitel *Von den Hypothesen* mit einem Satz über den „Nutzen der Wahrscheinlichkeiten in der Physik“ ein (Du Châtelet 1743: §. 53), wobei die Hypothesen über „wahrscheinliche Ursachen“ zunächst an die Stelle der „wahren“ (Du Châtelet 1743: §. 60), jedoch unbekanntenen Ursachen treten.

Die wahren Ursachen der natürlichen Wirkungen und Begebenheiten sind oftmahls von den Gründen, darauf wir fussen, und von den Versuchen die wir anstellen können, so weit entfernt, daß man sich mit wahrscheinlichen Ursachen behelfen muß<sup>115</sup>, wenn man sie erklären will. (Du Châtelet 1743: §. 53)

Die Unabdingbarkeit von Hypothesen ergibt sich aus der Vorstellung, dass die Aussagen der Wissenschaft, die zunächst als Hypothesen formuliert werden, in einem zuverlässigen Verfahren nicht nur verifiziert oder falsifiziert werden können, sondern auch ein wirksames Mittel sind, um eine Verifikation oder Falsifikation überhaupt erst möglich zu machen. Du Châtelet setzt offenbar voraus, dass der Nutzen einer Hypothese darin besteht, dass sie, wie andere wissenschaftliche Aussagen, das Kriterium erfüllt, sinnvoll zu sein, d.h. verifizierbar oder falsifizierbar zu sein.

Die Wahrscheinlichkeiten sind also in den Wissenschaften nicht zu verwerfen: nicht nur, weil sie in der Ausübung oft grossen Nutzen schaffen, sondern auch, weil sie den Weg bahnen, der zur Wahrheit führt. (Du Châtelet 1743: §. 53)

Auch falsifizierte Aussagen sind „nützlich“, denn mit ihnen wurde der „Weg gebahnt“, der ohne sie nicht möglich gewesen wäre: „Ohne

---

<sup>115</sup> Die Aussage von Du Châtelet ist in der Übersetzung im Vergleich zum Original abgeschwächt. Du Châtelet sieht eine *unausweichlichen* Ergänzung (qu'on est obligé de raison probables (Du Châtelet 1740 : §. 53)) des traditionellen Repertoires (Du Châtelet 1743: §§. 56, 60), d.h. *nicht allein ein Hilfsmittel*, sondern einen unabdingbaren Bestandteil der Methodologie: „qu'on est obligé de se contenter de raisons probables“, so daß man gezwungen ist, sich mit wahrscheinlichen Ursachen zu begnügen.

Hypothesen würde man in der Astronomie wenige Entdeckungen gemachet haben“. (Du Châtelet 1743: §. 57).

Euler weiß diese Haltung zu schätzen und sieht, Du Châtelet folgend und die exponierte Stellung der Hypothesen hervorhebend, in den Hypothesen das „einzigste Mittel, um eine Idee von den physikalischen Ursachen zu erhalten“.

Aber das Kapitel über die Hypothesen bereitete mir das größte Vergnügen, vor allem deshalb, weil Sie, Madame, so engagiert und wohlbegründet gegen gewisse englische Philosophen kämpfen, die beabsichtigen, alle Hypothesen aus der Physik zu verbannen, welche jedoch, aus meiner Sicht, das einzige Mittel sind (le seul moyen)<sup>116</sup>, um eine Idee von den physikalischen Ursachen zu erhalten. (Euler 1963: 275- 278)

Euler schreibt diesen Brief zwischen 1740 und 1741 in St. Petersburg, in einer Zeit, in der er bereits die Grundlagen für strenge Beweisverfahren in der Physik, insbesondere in der Mechanik, mittels der rigorosen Analyse der Grundbegriffe<sup>117</sup> und der Leibnizschen Darstellung der Differentialrechnung gelegt hatte. Die Erforschung der Ursachen und der physikalischen Gesetze beginnt nach Euler und Du Châtelet nicht damit, daß man etwas Sicheres voraussetzt, sondern indem man eine Hypothese formuliert. Dies trifft sogar dann zu, wenn zwar etwas Sicheres zur Verfügung stünde<sup>118</sup>, aber für einen gegebenen Fall nicht zum Erklären ausreicht (Du Châtelet 1743: §. 60). Du Châtelet bezieht sich zwar nicht auf Leibniz, denn die *Nouveaux Essais* wurden erst 1765 publiziert, entwickelt jedoch Ansichten, die mit den Leibnizschen weitgehend übereinstimmen.

---

<sup>116</sup> Euler verwendet die Formulierung von Du Châtelet, sogar ohne des einschränkende „oft“ (Du Châtelet 1743: §. 57).

<sup>117</sup> Von den Eulerschen Werken aus den 1730er und 1740er Jahren ist neben der *Mechanica* (Euler 1736) vor allem die *Anleitung zur Naturlehre* (Euler 1862) zu nennen, die jedoch erst posthum im Jahre 1862 veröffentlicht wurde, außerdem *Réflexions sur l'espace et le tems* (Euler 1748), *Découverte d'un nouveau principe de Mécanique* (Euler 1750a) und *Recherches sur l'origine des forces* (Euler 1750b).

<sup>118</sup> Dieses Sichere kann deshalb auch nicht a priori, d.h. „unabhängig“ von der Verifikation, der Falsifikation oder der Erfahrung gegeben sein, sondern wird als ein „relatives a priori“, d.h. als „bereits erkannte Wahrheiten“ verstanden (Du Châtelet 1743: §. 60).

Die Ideen zur Wahrscheinlichkeit in Leibniz' *Nouveaux Essais* wurden hinsichtlich dieses Punktes durch Du Châtelet und andere Autoren<sup>119</sup> in gewisser Weise neu erfunden und schließlich sogar in die *Enzyklopädie* aufgenommen. Die Theorie der Wahrscheinlichkeit erscheint im System der Wissenschaften unter *Entendement, Philosophie, Science de la Nature, Mathématique, Mixtes, Art de Conjecturer* zusammen mit *Analyse des Hazards* (d'Alembert 1997: Einleitung).

Mit der Erörterung der Hypothesen geht Du Châtelet über den traditionellen Rahmen hinaus, ohne die Gültigkeit der Leibnizschen Prinzipien grundsätzlich anzuzweifeln. Andere Autoren, etwa d'Alembert<sup>120</sup> und Maupertuis<sup>121</sup> stellen ihre *methodologische* Bedeutung in Frage, um sie schließlich als „nutzlos“ außer Kraft und eine andere, aus ihrer

---

<sup>119</sup> Die Idee der Wahrscheinlichkeit und der Berechnung von Erwartungen wurde von Huygens (Huygens 1899) (1657), Jakob Bernoulli (Bernoulli 1899) (1713), Montmort (Montmort 1714) (1708, 1711), de Moivre (Moivre 1718), Daniel Bernoulli (Bernoulli 1724) und später Euler (zitiert nach dem Eneström Index) (The Euler Archive: E201, E313, E334, E335, E338, E412, E448, E600, E628, E812, E813) diskutiert. Eine zusammenfassende Darstellung, die insbesondere die Beiträge Eulers würdigt, gibt Pulskamp (The Euler Archive: E201). Jakob Bernoulli kommentiert Huygens Arbeit „Wenn bei einem Spiel (...) der Ausgang ungewiss ist, so lässt doch immer genau berechnen, um wieviel wahrscheinlicher ein Mitspieler gewinnt als verliert.“ (Bernoulli 1899: 3) Die Hypothesen und kontingente Wahrheiten können ebenfalls als Sätze angesehen werden, von denen man *erwartet*, daß sie mit einer gewissen *Wahrscheinlichkeit* zutreffen.

<sup>120</sup> „(...) und die ganze Frage kann nur in einer sehr unwesentlichen metaphysischen Discussion bestehen, oder in einem Wortstreit (...)“. (d'Alembert 1899: 16) (Diese Sicht findet sich bereits bei Voltaire (Voltaire 1740: Kap. IX)). „Euler hat sich dagegen in sehr ausführlicher Weise in seiner Mechanik zu beweisen bemüht, dass dieses Princip eine nothwendige Wahrheit ist. Wir werden, ohne zu discutieren, ob dieses Princip eine nothwendige Wahrheit oder nur von erfahrungsmässiger Sicherheit ist, uns damit begnügen, es als eine Definition aufzufassen und unter dem Worte ‚beschleunigende Kraft‘ nur die Größe verstehen, welcher der Zuwachs der Geschwindigkeit proportional ist.“ (d'Alembert 1899: 33) (vgl. dazu den Kommentar von Speiser (Speiser 1987: 5)) Die Bezeichnung „Wortstreit“ für unwesentliche metaphysische Diskussionen um die „Berechnung der tätigen Kraft, die im Universum alles in Bewegung setzt“ verwendet Voltaire bereits früher, im Jahre 1740, hinsichtlich der Kontroverse zwischen den Leibnizianern und Cartesianern, dieses „Skandals der Geometrie“ (in der Ausgabe von 1745), der „Europa gespalten“ hat. „Cette dispute a partagé l'Europe; (...) que c'est au fond une dispute des mots.“ (Voltaire 1740: Kap. IX)

<sup>121</sup> Hinsichtlich des Prinzips der Kontinuität (Maupertuis 1756).

Sicht alternative Methodologie an ihre Stelle zu setzen, den „systematischen Geist“ an die Stelle des „Geist der Systeme“, repräsentiert durch Descartes und Leibniz einerseits und Newton andererseits (d’Alembert 1997: Einleitung, 83-84), (Condorcet 1784)<sup>122</sup>. D’Alembert, Condillac und Condorcet nähren damit die Erwartung, dass sich Leibniz mit Hilfe von Newton, der den Menschen „von der Manie der Systeme geheilt“ hat, *widerlegen* läßt, ohne auf den Gedanken zu verfallen, die nicht bewiesenen Hypothesen des Leibnizschen Systems, es gibt keine experimentelle Verifikation der Monaden (Du Châtelet 1743: §. 136) als auch des Newtonschen Systems, so den Begriff des absoluten Raumes (Du Châtelet 1743: Kap. Von dem Raume), (Berkeley 1901), (Berkeley 1734) aufzuzeigen und einer Kritik zu unterziehen.

#### 4.4. Du Châtelet über die Verifikation und Falsifikation von Hypothesen

Du Châtelet sieht in den Hypothesen Mittel, die „nur dazu bestimmt sind, um die Wahrheit zu entdecken“, deshalb „muß man sie nicht für Wahrheiten ausgeben“<sup>123</sup> (Du Châtelet 1743: § 62). Zu dieser Idee

---

<sup>122</sup> Im Detail betrachtet, gestaltet sich diese Beziehung komplizierter. „M. de *Voltaire* läßt hier allen diesen berühmten Männern Gerechtigkeit widerfahren. Er respektiert das Genie von *Descartes* und *Leibniz*, das Gute, das *Descartes* den Menschen getan hat, den Dienst, den er geleistet hat, als er den menschlichen Geist vom Joch der Autorität befreit hat, so wie *Newton* und *Locke* ihn von der Manie der Systeme geheilt haben. Er gestattete sich aber auch, *Descartes* und *Leibniz* anzugreifen, und dazu gehörte Mut zu einer Zeit, als Frankreich cartesisch war, als in Deutschland und im Norden die Ideen von *Leibniz* herrschten. Man muß dieses Werk als eine sehr klare und für diejenigen, die keine Demonstrationen und Einzelheiten von Experimenten wünschen, durchaus ausreichende Darlegung der wichtigsten Entdeckungen *Newtons* ansehen.“ (Condorcet 1784)

<sup>123</sup> Mit diesem Satz hat Du Châtelet fast vollständig die spätere Kritik d’Alemberts an den Hypothesen erledigt (d’Alembert 1997: Einleitung, 84-85) „Er ist zwar gelegentlich notwendig, um uns den richtigen Weg zu weisen (den Weg zur Wahrheit zu weisen), vermag uns jedoch fast nie aus sich selbst zur Erkenntnis (dorthin) zu führen (S’il est quelquefois nécessaire pour nous mettre dans le chemin de la vérité, il est presque toujours incapable de nous y conduire par lui-même.“ (d’Alembert 1997: Einleitung, 83) Zunächst mutet d’Alembert den Hypothesen etwas zu, was sie gar nicht leisten können, nämlich „durch sich selbst“ zur Wahrheit zu führen. Eine weite-

korrespondiert die Bestimmung, daß die Hypothesen ein „Gerüst“ für eine Theorie bilden (Du Châtelet 1743: Vorbericht, VIII). Du Châtelet wendet sich sowohl gegen den Missbrauch (Du Châtelet 1743: § 55) als auch gegen die Ablehnung oder Abwertung und Verbannung von Hypothesen (Du Châtelet 1743: Vorbericht, VIII). Weiterhin entkoppelt Du Châtelet die Hypothesen vollständig von denjenigen Konstruktionen, die Condillac und d’Alembert als „Systeme“ bezeichnen.

Denn die Hypothesen sind oft das einzige Mittel, neue Wahrheiten zu entdecken. (...) Denn wenn man mit der Berechnung des Laufes der Gestirne so lange hätten warten<sup>124</sup> wollen, bis man die wahre Theorie der Planeten gefunden, so würden wir wirklich gar keine Astronomie haben. (...) bis daß (...) unüberwindliche Schwierigkeiten (...) den Copernicus darauf brachten, sie [die Ptolemäische] gänzlich zu verlassen, und eine ihr entgegengesetzte anzunehmen (...). (Du Châtelet 1743: §§. 56, 57)

Eine Hypothese ist nicht nur geeignet, eine Erklärung der Beobachtungen zu gestatten, sondern regt auch zu *weiteren Versuchen* an, die zur Entdeckung neuer Gesetze führen (Du Châtelet 1743: §. 58). Letzteres ist vielleicht, folgt man Du Châtelet, noch wesentlicher als die Verifikation der bereits formulierten Hypothesen. Insofern könnte man, Polya folgend, dieses Vorgehen zur Heuristik rechnen<sup>125</sup>.

Du Châtelet hebt einen wesentlichen Unterschied zwischen der Verifikation und der Falsifikation von Hypothesen hervor.

---

re Einschränkung liegt in dem Wort „quelquefois“ (bisweilen), das eine Kritik, aber zugleich ein Zugeständnis ist: „manchmal, bisweilen ist ein wirklich so“, aber bei weitem nicht „toujours“ (immer). Diesem Zugeständnis lässt d’Alembert sofort eine Einschränkung folgen, die nun „fast immer“ (presque toujours) gelten soll und setzt an die Stelle der Hypothesen die „Beobachtungen und Berechnungen“, ohne, wie Du Châtelet, auf die historische Abfolge der Hypothesen und Theorien einzugehen.

<sup>124</sup> Du Châtelet argumentiert hier ganz *in the spirit of Leibniz*: „Wie ich Ihnen schon früher einmal gesagt habe, glaube ich in der Tat, mein Herr, daß wir keine Geometrie (und ich verstehe darunter eine beweisschlüssige Wissenschaft) hätten, wenn die Alten nicht hätten fortschreiten wollen, bevor sie die Axiome bewiesen hatten, die sie gezwungen waren anzuwenden.“ (Leibniz 1996: Buch IV, Kap. XII; §. 4)

<sup>125</sup> „*Heuristic*, or heurctic, or ‘ars inveniendi’ was the name of a certain branch of study (...). The aim of heuristics is to study the methods and rules of discovery and invention. (...) The most famous attempts to build up a system of heuristic are due to Descartes and to Leibniz (...).“ (Polya 1973: 112)

Eine einzige Erfahrung ist nicht zulänglich, eine Hypothese einzuräumen, wohl aber sie zu verwerfen, wenn sie derselben entgegen ist. (Du Châtelet 1743: § 64)<sup>126</sup>

Hingegen wird eine Hypothese unwahrscheinlich, wenn sich dabei Umstände finden, davon man aus ihr keinen Grund angeben kann; und wird falsch, wenn sie einer bestätigten Wahrheit widerstreitet. (Du Châtelet 1743: § 67)

Die Hypothesen eröffnen damit die Möglichkeit von Gedankenexperimenten, mit denen man einen Sachverhalt *ausschließen* kann, um auf diesem Wege zu einer Vorstellung über die „wahre Beschaffenheit“ des untersuchten Systems zu untersuchen und sogar zu beweisen, z. B. mit dem Modell einer Welt, die nur aus einem Körper besteht<sup>127</sup> (Euler 1768-1772: Lettre LXXI).

Es kann sehr schwierig sein, diese „einzige Erfahrung“ zu finden, die eine Hypothese widerlegt. Dann bestehen die konkurrierenden Hypothesen, wie im Falle der Newtonschen und Huygensschen Theorien des Lichtes, nebeneinander, bevor Eulers Rechnungen, der quantitative Vergleich der Schall- und Äther(Licht)schwingungen in der *Neuen Theorie* (Euler 1746b), eine gewisse Abhilfe zu Gunsten der Wellentheorie<sup>128</sup> schuf<sup>129</sup>.

---

<sup>126</sup> Diese Idee wurde später von Popper wieder aufgenommen.

<sup>127</sup> „Cette hypothèse, quoique impossible, peut faire distinguer ce qui est opéré par la nature du corps même, de ce que d'autres corps peuvent opérer sur lui.“ (Euler 1768-1772 : Lettre LXXI)

<sup>128</sup> „Diese Meynung ist nun unter dem Namen des Emanationssystems bekannt geworden, und man hat sie durch alle dagegen gemachte Einwendungen bisher noch nicht widerlegen können. Vielmehr enthält sie eine höchst bequeme und passende Vorstellungsart für alle Erscheinungen des Lichts und der Farben, der sich in keinem andern Systeme eine gleich leichte und einfache an die Seite setzen läßt. Sie ist wenigstens ein schönes Gleichniß, das man sehr weit ausdehnen und gar nicht entbehren kan, wenn man von allen Phänomenen des Lichts auf eine gleichförmige Art Rechen-schaft geben will. Man hat aber dieses Emanationssystem vornehmlich mit folgenden, meistens von Euler vorgebrachten, Gründen bestritten.“ (Gehler 1787: Licht)

<sup>129</sup> Obwohl Gehler noch 1798 die Argumente Eulers gegen die Newtonsche Theorie bezweifelt und fragt: „Kann man aber wohl irgend einen Satz, bloß einer großen Zahl halber, für unbegreiflich erklären?“ (Gehler 1787: Licht)

#### 4.5. Das „Gerüst“ und die „Leiter“

Ein Axiom ist einer Hypothese vorzuziehen; die letztere aber ist nicht zu verwerfen; man muß sie aber nicht wie einen Grundstein, sondern wie ein Gerüst gebrauchen. (Kant 1910: X, 28) Hamann an Kant (Dezember 1759)

Du Châtelet widerspricht den Newtonianern daher hinsichtlich ihrer Hypothesenkritik.

Einige Philosophen unserer Zeit fehlen unter anderem auch darin, daß sie alle Hypothesen aus der Physik verbannen wollen. Sie sind darin so nothwendig als die Gerüste an einem Hause, das man bauet. Zwar sind die Gerüste unnütze, wenn das Gebäude fertig ist; man konnte es aber doch ohne sie nicht aufführen. (Du Châtelet 1743: Vorbericht, VIII)<sup>130</sup>

Aus den Vorarbeiten Newtons zu den *Principia* geht hervor, dass Newton keineswegs schon immer ein solch kompromissloser Verächter der Hypothesen gewesen ist, als den er sich in den *Principia* schließlich präsentiert<sup>131</sup>. In Vorarbeiten zu den *Principia* (Newton 1684a)<sup>132</sup>, (Newton 1684b)<sup>133</sup> und in der 1. Auflage der *Principia*

---

<sup>130</sup> Eine modifizierte Form dieses Gedankens findet sich in einer späteren Zeit bei Wittgenstein (Wittgenstein 1990). Die Empfehlung Wittgensteins, das fertige Gerüst sogleich wieder abzubauen, *ohne mit der Konstruktion der Theorie zu beginnen*, wäre Du Châtelet sicher nicht willkommen gewesen. „Meine Sätze erläutern dadurch, daß sie der, welcher mich versteht, am Ende als unsinnig erkennt, wenn er durch sie - auf ihnen - über sie hinausgestiegen ist. (Er muß sozusagen die Leiter wegwerfen, nachdem er auf ihr hinaufgestiegen ist.) Er muß diese Sätze überwinden, dann sieht er die Welt richtig.“ (Wittgenstein 1990: 6.54)

<sup>131</sup> Du Châtelet lässt sich von der Opposition Newtons und seiner Anhänger gegen die Hypothesen nicht beeindrucken, sondern betont vielmehr die Erfolge, die Newtons mittels der Hypothesen erzielt hatte (Du Châtelet 1743, §. 71).

<sup>132</sup> Ursprünglicher Text: „Hypoth 2. Corpus omne sola vi insita uniformiter secundum rectam lineam in infinitum progredi nisi aliquid extrinsecus impedit.“

<sup>133</sup> In diesem Manuskript ersetzt Newton die Bezeichnung „Hypoth“ durch die Bezeichnung „Lex“. Ursprünglicher Text: „Hypoth 2. Mutationem motus proportionalem esse vi impressæ et fieri secundum lineam rectam qua vis illa imprimitur.“ In der korrigierten Version bezieht sich Newton auf die „Veränderung des Zustandes der Bewegung oder Ruhe“: „Lex 2. Mutationem status movendi vel



(Newton 1687) hatte Newton mit dem Wort Hypothesen noch diejenigen Sätze benannt, die er später als Gesetze (Newton 1684b) und als *Regeln des Philosophierens* (Newton 1713) bezeichnet. Die Descartesche Wirbeltheorie spielt die Rolle des „Gerüsts“ für die Newtonsche Gravitationstheorie<sup>134</sup> (d’Alembert 1997: Einleitung, 69-70). Vor allem ist jedoch die Entwicklung der Newtonschen Theorie, wie sie sich aus den Manuskripten rekonstruieren lässt, ein fast perfektes Beispiel für Du Châtelets Sicht auf die Hypothesen, die schließlich, nach einem langwierigen Prozess der Verifikation und Falsifikation, den Status von Gesetzen erlangen.

Gab es ein „Gerüst“ für die Newtonschen Theorie, d.h. Voraussetzungen, die „so notwendig als die Gerüste an einem Hause, das man baut“, sind, ohne welche die Newtonsche Theorie nicht möglich gewesen wäre? Sowohl Du Châtelet als auch d’Alembert sehen in der Theorie von Descartes eine solche notwendige Voraussetzung, obwohl diese Theorie von Newton schließlich widerlegt wurde. Descartes hatte jedoch, ebenso wie Huygens, Newton den Weg gebahnt (Du Châtelet 1743: §. 57), (d’Alembert 1997: Einleitung, 71). In der Metaphysik und Philosophie ist es ebenso, wie Hamann 1782 anmerkt<sup>135</sup>.

---

quiescendi proportionalem esse vi impressæ et fieri secundum lineam rectam qua vis illa imprimitur.“ In den *Principia* kehrt Newton zu der ursprünglichen Version der „Hypothesis 2“ zurück und spricht von der „Veränderung der Bewegung“, behält jedoch die Bezeichnung „Lex 2“ bei. In seiner *Mechanica* und *Theoria* formuliert Euler, ohne das Manuskript Newtons zu kennen, das Grundgesetz ebenso wie ursprünglich Newton, nämlich hinsichtlich der Veränderung des *Zustandes* der Ruhe und der Veränderung des *Zustandes* der Bewegung (Euler 1765: §§. 75-178), (Euler 1768-1772: Lettre LXXVII).

<sup>134</sup> D’Alembert argumentiert im Jahre 1751 ganz im Sinne und in Stil von Du Châtelet, spricht von einer „unparteiischen Beurteilung“ und würdigt die Verdienste von Descartes. „Seine *Methode* allein hätte genügt, ihn unsterblich zu machen. Seine *Dioptrik* ist die großartigste und schönste aller bisherigen Anwendungen der Mathematik auf die Physik, und schließlich sieht man überall in seinen Werken, auch in den jetzt am seltensten gelesenen, sein schöpferisches Genie glänzen. Bei einer unparteiischen Beurteilung seiner heute fast lächerlich anmutenden Wirbeltheorie wird man - so wage ich zu behaupten - zugeben müssen, daß man in jener Zeit etwas Besseres nicht ersinnen konnte.“ (d’Alembert 1997: Einleitung, 69-70)

<sup>135</sup> Am 20. April 1782 schreibt Hamann an Herder: „Soviel ist gewiß, daß ohne *Berkeley* kein *Hume* geworden wäre, wie ohne diese kein *Kant*.“ (Hamann 1955-1979: VI, 244) Aus der Sicht Hamanns handelt es sich bei der Philosophie sicher nicht um ein wiederholtes „Ganz-von-vorn-beginnen“ (Schlick 1931). „Aber gerade die besten

Später sieht Einstein, ganz im Gegensatz zu Reichenbach<sup>136</sup>, in Newtons Theorie von Raum und Zeit nicht ein „Hemmnis“ (Reichenbach 1924), sondern ebenfalls ein solches „Gerüst“, das schließlich die Allgemeine Relativitätstheorie ermöglichte<sup>137</sup> (Einstein 1954).

Eine Theorie kann sogar, wie die Newtonsche Theorie zeigt, zu ihrem „Gerüst“, der Descartesschen Theorie, im Widerspruch stehen. Du Châtelet und d’Alembert sehen in dieser Relation ein inhärentes Merkmal der Wissenschaftsentwicklung. D’Alembert erwartet darüber hinaus, dass die Entwicklung auch mit Newton nicht aufhört und dass der Newtonismus „aus irgendwelchen Gründen mit oder ohne Berechtigung eines Tages“ verschwinden könnte (d’Alembert 1997: Einleitung, 79-80) und die Newtonsche Theorie die Rolle eines „Gerüsts“ für eine neue Theorie spielen würde und somit ihre Anhänger in eine ähnliche Lage wie die Cartesianer kämen, weil neue Hypothesen erforderlich werden.

---

Köpfe unter den Denkern glaubten selten an unerschütterliche, bleibende Ergebnisse des Philosophierens früherer Zeiten und selbst klassischer Vorbilder; dies erhellt daraus, dass im Grunde jedes neue System wieder ganz von vorn beginnt, dass jeder Denker seinen eigenen festen Boden sucht und sich nicht auf die Schultern seiner Vorgänger stellen mag.“ (Schlick 1931)

<sup>136</sup> „Die Bewegungslehre Newtons ist in der Geschichte des Bewegungsproblems von sehr viel größerem Einfluß gewesen als die Lehre seiner Gegner Leibniz und Huygens. Es ist jedoch das seltsame Schicksal Newtons, dass er, der mit seinen physikalischen Entdeckungen die positive Wissenschaft reich befruchtete, zugleich die Entwicklung der begrifflichen Grundlagen dieser Wissenschaft weitgehend gehemmt hat. (...) Und so weittragend eine Entdeckung des Gravitationsgesetzes war — die Analyse des Raum- und Zeitproblems wurde durch seine Mechanik um mehr als zwei Jahrhunderte aufgehalten, nachdem sein Zeitgenosse Leibniz bereits wesentlich tiefere Einsichten in die Natur von Raum und Zeit gehabt hatte.“ (Reichenbach 1924).

<sup>137</sup> „Es hat schweren Ringens bedurft, um zu dem für die theoretische Entwicklung unentbehrlichen Begriff des selbständigen und absoluten Raumes zu gelangen. Und es hat nicht geringerer Anstrengung bedurft, um diesen Begriff nachträglich wieder zu überwinden - ein Prozeß, der wahrscheinlich noch keineswegs beendet ist.“ (Einstein 1954)

#### 4.6. Relatives a priori nach Du Châtelet

Eine verifizierte Theorie wird nicht mehr als „Gerüst“ angesehen, d.h. als vorläufig, als Hilfsmittel angesehen, sondern als eine *a priori* gegebene, „bereits erkannte Wahrheit“ relativ zu der zu beweisenden Theorie vorausgesetzt, die *a posteriori* aus dem angenommenen Grunde folgt<sup>138</sup>, wobei Du Châtelet, ebenso wie Leibniz, in der Wahl der Terminologie und Methodologie der Aristotelischen Tradition folgt. Insbesondere gilt dies für die Relation und Korrelation von Grund und Folge, Ursache und Wirkung: Jede Wirkung hat eine Ursache<sup>139</sup>. Aus dieser Voraussetzung als dem „Früherem“, oder den „Ursachen oder Gründen“, wird das aus diesen Voraussetzungen folgende „Spätere“, oder die „Wirkungen“ und „Folgen“, abgeleitet<sup>140</sup>.

Hinsichtlich der Hypothesen, die, folgen wir Du Châtelet, weder zu den Wahrheiten *a priori*, da es sich nicht um bewiesene Sätze handelt, noch denen *a posteriori* gehören, ist das *a priori* deshalb bestimmt als ein Apriori im Sinne von Aristoteles, das durch die Relation zwischen *a priori* und *a posteriori* als *Erkenntnisarten* (Eisler 1966: *A posteriori*) festgelegt ist.

---

<sup>138</sup> Diese Interpretation geht auf Aristoteles zurück. „Denn das der Natur nach Frühere ist nicht dasselbe mit dem Früheren für uns und ebenso ist das der Natur nach Bekanntere nicht dasselbe mit dem für Uns Bekannterem. Unter für Uns Früheren und Bekannterem verstehe ich das, was der sinnlichen Wahrnehmung näher liegt; unter dem schlechthin Früheren und Bekannterem das davon Entferntere.“ (Aristoteles 1877: I/2)

<sup>139</sup> Diese Korrelation von Ursache und Wirkung wird erst durch Hume grundsätzlich in Frage gestellt (Hume 1739-1740).

<sup>140</sup> „Die älteste Bedeutung von *a priori* ist die der Erkenntnis der Dinge aus ihren Ursachen oder Gründen im Unterschiede von der aposteriorischen, aus den Wirkungen, Folgen schöpfenden Erkenntnisart. Dies führt auf ARISTOTELES zurück. Nach ihm ist das Allgemeine (...) das von Natur Frühere (*proteron physei, ousia, gnôrimon haplôs*), aber in Beziehung auf uns das Spätere (*proteron pros hêmas oder hêmin Anal. post. I 2, 71 b 33*). Es ist das Allgemeine, das begrifflich Vorangehende, Primäre (*kata men gar ton logon ta katholou protera*), das Einzelne aber in der Wahrnehmung früher (*kata de tèn aisthêsin ta kath' hekasta*) (*Met. V 11, 1018 b.32*). Das Allgemeine enthält aber den Grund des Einzelnen, aus dem dieses erkannt wird.“ (Eisler 1966: *A posteriori*)

Das Apriori wird schließlich in einem historischen Kontext („wenn der Effekt besser bekannt ist als die Ursache“, „wenn der Effekt existiert, so muß die Ursache präexistieren“)<sup>141</sup> hinsichtlich der Entwicklung der Wissenschaft und einer Methodologie, die sich auf Newton<sup>142</sup>, Leibniz<sup>143</sup>, Hume und Kant bezieht, interpretiert<sup>144</sup>.

---

<sup>141</sup> Vgl. D'Alembert über die Definition der Kraft, wenn die „Ursache unbekannt ist“ (d'Alembert 1899: 32-34) „(...) da die Wirkung immer unabhängig von der Ursache entweder durch die Erfahrung oder eine bestimmte Voraussetzung gegeben ist.“ (d'Alembert 1899: 32-34)

<sup>142</sup> Newtons Programm für die Physik beruht auf der Relation zwischen „Phänomen“ und „Kräften“. Ebenso wie bei Leibniz (Leibniz 1982) sind die „Kräfte“ der „Grund“, die „Ursache“ der Phänomene. Newton zeigt den Weg, der entweder von den Phänomenen (*a posteriori*) zu den Kräften (*a priori*) oder von den Kräften zu den Phänomenen verläuft. „Omnis enim Philosophiae difficultas in eo versari videtur, ut a Phaenomenis motuum investigemus vires Naturae, deinde ab his viribus demonstremus phaenomena reliqua.“ (Newton 1687, Praefatio)

<sup>143</sup> Quine (Quine 1951) bezieht sich auf Leibniz' Unterscheidung von Vernunftwahrheiten und Tatsachenwahrheiten (Leibniz 1999: §. 33). Für diese Wahrheiten gilt: „Il y a aussi deux sortes de vérités, celles de *Raisonnement*, (...), et celles de *Fait*“, „Wahrheiten des Vernunftgebrauchs“ und „Wahrheiten der Tatsachen“, „wenn eine Wahrheit notwendig ist, so kann man den Grund dafür durch Analyse finden“ (Leibniz 1999: §. 33). Der „Grund“ ist *a priori*, das „Vorhergehende“, das schließt nicht aus, daß die Wahrheit auch *a posteriori* bestätigt werden kann. Es gibt deshalb, folgen wir Leibniz, Du Châtelet und Euler zwei Möglichkeiten der Verifikation und der Falsifikation, den Nachweis von internen Widersprüchen (Euler 1746a) und die Falsifikation durch ein Experiment (Du Châtelet 1743: §. 64). In beiden Fällen sind es die Konsistenz der Analyse, das Experiment und die Kompetenz der „Geübten“ (Euler 1790: §§. 72-81), welche zu gewährleisten sind. „Kant's cleavage between analytic and synthetic truths was foreshadowed in Hume's distinction between relations of ideas and matters of fact, and in Leibniz's distinction between truths of reason and truths of fact. Leibniz spoke of the truths of reason as true in all possible worlds. Picturesqueness aside, this is to say that the truths of reason are those which could not possibly be false. In the same vein we hear analytic statements defined as statements whose denials are self-contradictory. But this definition has small explanatory value; for the notion of self-contradictoriness, in the quite broad sense needed for this definition of analyticity, stands in exactly the same need of clarification as does the notion of analyticity itself. The two notions are the two sides of a single dubious coin.“ (Quine 1951)

<sup>144</sup> Später, insbesondere bei Kant, wurde „a priori“ als „unabhängig von der Erfahrung“ (überhaupt) und „a posteriori“ als „infolge der Erfahrung“, „abhängig von der Erfahrung“, interpretiert. Du Châtelet folgt der vorkantischen Interpretation.

Auch Leibniz gebraucht die Bezeichnungen *a priori* und *a posteriori* in diesem Sinne<sup>145</sup>. Du Châtelet entwickelt einen eigenen Standpunkt, der sich auf Aristoteles, Locke und Leibniz, jedoch naturgemäß nicht auf Hume (Hume 1739-1740) und nicht auf Kant bezieht. Die Unterscheidung zwischen „absolutem apriori“ (durch die Ursachen), d.h. einem Beweis aus Gründen und „einem a priori relativ zu uns“ (et haec est per ea quae sunt priora quoad nos), das *a posteriori* (durch die Folgen) genannt wird, geht auf Thomas von Aquin zurück. Das Beweisverfahren richtet sich nach dem, was „besser bekannt“ ist. In jedem Fall existiert eine Korrelation zwischen „Ursache“ und „Wirkung“, jede Wirkung hat ihren Grund (cum effectus dependant a causa, posito effectu necesse est causam praeexistere (Thomas: First Part, Question 2, Second Article)<sup>146</sup>.

Die Wahrheiten *a priori* sind in dieser Interpretation „bereits erkannte Wahrheiten“, d.h. diejenigen *bewiesenen* Wahrheiten, welche von *allen Schulen* zugrunde gelegt werden, etwa die bewiesenen Sätze der

---

<sup>145</sup> „(9) Ferner gelangte ich zu der wahren Schätzung der Kräfte und zwar geradezu zu derselben auf den verschiedensten Wegen; auf dem einen nämlich apriori aus der einfachen Betrachtung des Raums, der Zeit und der Aktion (was ich anderen Orts darstellen werde); auf dem anderen aposteriori, nämlich von der Wirkung, durch Schätzung der Kraft, die sie hervorbringt, und zwar indem sie sich verbraucht.“ (Leibniz 1982: UV (9)) Dieser „vollständige Verbrauch der Kraft“ wurde später von Euler diskutiert, um den Streit zwischen den Cartesianern und Leibnizianern aus der Welt zu schaffen: „(...) die Kraft, die erfordert wird, um einen bewegten Körper zur Ruhe zu bringen (...). (...) der Weg, den der Körper durchlaufen muß, ehe er zur Ruhe kommt“ (Euler 1862: §. 61), und zwar entweder in einer bestimmten Zeit oder längs eines bestimmten Weges.

<sup>146</sup> „That is to say, the connection of predicate and subject that is the foundation of truth is either immediate; or it is mediate, and is accordingly reducible to an immediate connection through resolution, which is *to prove a priori*, i.e. *to provide a reason*.“ (Leibniz 2001: 238)

„Demonstration can be made in two ways: One is through the cause, and is called *a priori*, and this is to argue from what is prior absolutely. The other is through the effect, and is called a demonstration *a posteriori*; this is to argue from what is prior relatively only to us. When an effect is better known to us than its cause, from the effect we proceed to the knowledge of the cause. And from every effect the existence of its proper cause can be demonstrated, so long as its effects are better known to us; because since every effect depends upon its cause, if the effect exists, the cause must pre-exist.“ (Thomas: First Part, Question 2, Article 2) Berkeley und Hume eliminieren später diese Korrelation von Ursache und Wirkung.

Geometrie<sup>147</sup>. Du Châtelet sieht eine ähnliche Bedingung hinsichtlich „hinsichtlich einiger Punkte in der Metaphysik“ erfüllt, die sich „strenge erweisen lassen“ (Du Châtelet 1743: Vorbericht, XII), wenn, den Leibnizschen Ideen folgend, die Beweisverfahren entwickelt sind<sup>148</sup>.

#### 4.7. 1740 - 1765. Du Châtelet, d'Alembert und Diderot

Man muß also den Hypothesen in den Wissenschaften Raum vergönnen; denn sie sind geschickt uns zur Entdeckung der Wahrheiten zu verhelfen, und uns neues Licht zu geben. Wenn man eine Hypothese einmal angenommen, so stellet man of Versuche an, um gewiß zu werden, ob es die rechte ist, an welche man sonst niemals gedacht haben würde. Findet es sich, daß diese Versuch sie bestätigen, und sie nicht nur Grund von der Erscheinung oder Begebenheit anzeigt, welche man durch sie erklären wollte, sondern auch alle Folgen, die man daraus ziehet, mit den Observationen übereinkommen, so nimmt die Wahrscheinlichkeit dermassen zu, daß wir ihr unsern Beifall nicht ver-

---

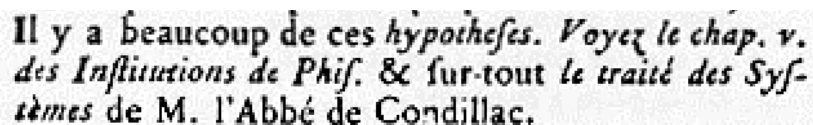
<sup>147</sup> Leibniz diskutiert die Fragen, die sich aus dem 5. Axiom Euklids ergeben (Leibniz 1996: Buch IV, Kap. XII). Schopenhauer plädiert später im Namen der „Selbständigkeit und Klarheit der intuitiven Evidenz“, ein Standpunkt, den Du Châtelet bei Descartes kritisiert, gegen die Euklidische Methode des Beweisens, die „Nutzlosigkeit und Schwierigkeit der logischen Überführung“ und sieht in der Euklidischen Demonstrationmethode eine „Parodie oder Karikatur“ ihrer selbst (Schopenhauer 1891: Bd. 2, Kap. 13).

<sup>148</sup> „(...) vermittels deren man durch einige gegebene Wahrheiten zu der Erkenntniß der unbekanntnen gelangen könnte. Vielleicht wird sie noch dereinst erfunden. Der Herr von Leibnitz hat fleißig daran gedacht. Er hatte gewisse Begriffe davon, die er aber zum Unglücke niemandem eröffnete.“ (Du Châtelet 1743: Vorbericht, XII) Du Châtelet fährt fort, fast bereits in Kantischer Manier: „Wenn man aber auch diese Rechnung erfände, so wird doch etwas übrig bleiben, dessen Gleichung niemahls zu finden ist. Die Metaphysik enthält zwei Arten von Dingen. Die zu der ersten gehören, können alle Menschen wissen, welche ihre Vernunft recht gebrauchen. Die zu der anderen, welche die weitläufigste ist, gehören, werden sie nimmermehr wissen.“ (Du Châtelet 1743: Vorbericht, XII). Vgl. auch den Kommentar zur Frage, ob man bis zu den Monaden gelange könne: „Denn wir werden mit unseren Versuchen immermehr bis auf die ersten Elemente kommen.“ (Du Châtelet 1743: §. 136) Die Gewissheit „von der Natur der Dinge“ wird nicht durch die Monaden verbürgt (Du Châtelet 1743: §. 136).

sagen können, und sie fast einem strengen Beweise gleich gilt. (Du Châtelet 1743: § 58)

Les hypotheses doivent donc trouver place dans les sciences, puisqu'elles sont propres à faire découvrir la vérité & à nous donner de nouvelles vûes; car une hypothese étant une fois posée, on fait souvent des expériences pour s'assurer si elle est bonne. Si on trouve que ces expériences la confirment, & que non-seulement elle rende raison du phénomène, mais encore que toutes les conséquences qu'on en tire s'accordent avec les observations, la probabilité croît à un tel point, que nous ne pouvons lui refuser notre assentiment, & qu'elle équivaut à une démonstration. (d'Alembert & Diderot 1751-1772: Hypothese) (1765)

Im Jahre 1765 erschien der Band VII der *Encyclopédie*, der den Text zum Stichwort „Hypothese“ enthält. Es wird auf zwei Quellen hingewiesen, auf die *Institutions de Phis.*, ohne Angabe des Namens des Verfassers<sup>149</sup> und auf die Schrift *Traité des Systèmes* von Condillac mit Angabe des Namens des Verfassers, „(...) & sur-tout le *traité des Systèmes* de M. l'Abbé de Condillac“.



Il y a beaucoup de ces hypoïheses. Voyez le chap. v. des *Institutions de Phis.* & sur-tout le *traité des Systèmes* de M. l'Abbé de Condillac.

Abb. 1. Du Châtelets *Institutions* in d'Alemberts *Encyclopédie*, Stichwort *Hypotheses*.

Das erste Wort und fast alle weiteren Worte in diesem Text hat Emilie Du Châtelet, ohne die *Institutions* von 1740 und 1742 wäre dieser Text nicht möglich.

---

<sup>149</sup> Du Châtelets Abhandlung von 1740 erscheint anonym. Im Jahre 1742 folgt die „Neue Edition“, die auch der deutschen Übersetzung *Der Frau Marquisinn von Chastellet Naturlehre an Ihren Sohn* von 1743 zugrunde liegt.

Zwischen dem dem Erscheinen der *Institutions* und der *Encyclopédie* (d'Alembert & Diderot 1751-1772) liegt ein wenig mehr als ein Jahrzehnt. Der Band 8, H-Itzehoa, in dem das Stichwort „Hypothese“ abgehandelt wird, erschien im Dezember 1765. Die *Einleitung* von d'Alembert enthält das *System des menschlichen Wissens* (Explication détaillée du système des connaissances humaines)<sup>150</sup>. Das Stichwort „Hypothese“ enthält fast vollständige und wörtlich die §§. 58 und 71 der *Institutions*, außerdem Zitate aus den §§. 55, 56 und 62 (das Kapitel über die Hypothesen umfasst die §§. 53 bis 71) der *Institutions* und innerhalb des Artikels die weiterführenden Hinweise auf das Stichwort „Probabilité“ und in diesem wiederum auf die Stichworte „Métaphysique, Induction, Analogie, Supposition“ und insbesondere auf das Stichwort „Cause“ (d'Alembert & Diderot 1751-1772: Hypothese). D'Alembert folgt dem Text der *Institutions* fast wörtlich (Du Châtelet 1742: §§. 53-71). Die Auswahl geht deshalb unvermeidlich mit einer Betonung der Übereinstimmungen zwischen Du Châtelet und d'Alembert einher, jedoch ebenso unvermeidlich mit Akzentverschiebungen wie zwischen Du Châtelet und Voltaire (Du Châtelet 1743: Vorbericht, VII), welche die Differenz in den Positionen der Autoren erkennen lassen. Das beginnt schon bei der Definition dessen, was eine Hypothese *ist*, die d'Alembert naturgemäß an den Anfang des Stichwortes stellt (d'Alembert fügt dieser ersten Definition eine zweite am Ende des Textes hinzu).

HYPOTHESE, s. f. (*Métaphysiq.*) c'est la supposition que l'on fait de certaines choses pour rendre raison de ce que l'on observe, quoique (&) l'on ne soit pas (encore) en état de démontrer la vérité de ces sup-

---

<sup>150</sup> Die Wahrscheinlichkeit von Hypothesen und Vermutungen nimmt im *System der Kenntnisse des Menschen* einen eigenen Platz ein: „Entendement, Raison (Memoire, Imagination), Philosophie, Science de la Nature, Mathématique, Mixtes, Art de Conjecture. Analyse des Hazards“, „Verstand, Vernunft, Philosophie, Wissenschaft von der Natur, Mathematik, Gemischte Mathematik, Wahrscheinlichkeitsrechnung Analyse des Zufalls“, „Understanding, Reason, Philosophy, Science of Nature, Mathematics, Mixed, Art of Conjecture, Analysis of Chance“ (d'Alembert & Diderot 1751-1772: System).



positions (on fait une hypothese). (d'Alembert & Diderot 1751-1772: Hypothese)<sup>151</sup>

§. 56. Lorsque on prend certaines choses pour rendre raison de ce qu'on observe, & que l'on n'est pas *encore* en état de démontrer la vérité de ces choses que l'on a supposées, on fait une hypothese<sup>152</sup>. (Du Châtelet 1742: §. 56)

In d'Alemberts Text fehlt das Wort „encore“. Weiterhin erhält durch das Ersetzen von „&“ durch „quoique“ diese Definition einen anderen Sinn.

D'Alembert fragt, „Was eine Hypothese ist“, Du Châtelet hingegen stellt die Frage „Wie man eine Hypothese *macht*“ (Du Châtelet 1743: §. 56) („Comment on fait une hypothese.“ (Du Châtelet 1740: §. 56)), d.h. Du Châtelet argumentiert von vornherein auf einer erkenntnistheoretischen Position, die ihre Grundlagen in der *historischen* Entwicklung der Wissenschaft hat, die wiederum bestimmt wird durch die *Entdeckung der Wahrheit* (Du Châtelet 1743: Vorbericht, V). Diese Grundlagen sind durch die Relation von *Ursachen, Wirkungen* und *beobachteten Phänomenen* und den Umstand bestimmt, dass die

„wahren Ursachen der natürlichen Wirkungen und Begebenheiten (Les véritables causes des effets naturels & des Phénomènes que nous observons<sup>153</sup>), (...) so weit entfernt (sind), daß man sich mit wahr-

---

<sup>151</sup> Dieser Text korrespondiert zum §. 56 der *Institutions*, allerdings wird die Unterschiedenheit und Deutlichkeit des Du Châteletschen Originals abgeschwächt, wenn nicht ins Gegenteil verkehrt. Die Textteile aus den *Institutions* sind in Klammern hinzugefügt. D'Alembert verweist darauf, daß man eine Hypothese macht, *obwohl* die „Wahrheit dessen, was man angenommen hat, nicht beweisen kann“. D.h., eine Hypothese ist nach d'Alembert eine Annahme, die man *nicht* beweisen kann, nach Du Châtelet eine Annahme, die man *noch nicht* beweisen kann.

<sup>152</sup> „Wenn man gewissen Dinge annimmt, um den Grund dessen anzuzeigen, was man wahrnimmt (beobachtet), und noch nicht im Stande ist, die Wahrheit der Dinge zu erweisen, die man angenommen, so macht man eine Hypothese.“ (Du Châtelet 1743: §. 56)

<sup>153</sup> Du Châtelet setzt mit Newton voraus, dass die *Phänomene als Wirkungen* (Effekte) *natürliche Ursachen* haben, d.h. dass Ursachen und Wirkungen *korreliert* sind. „Keine Wirkung ohne Ursache“. „(...) wenn man die Ursache zu kennen glaubt, durch welcher der Gegenstand ist, so dass jene die Ursache von diesem ist und dass sich dies

scheinlichen Ursachen behelfen muß (...), wenn man sie erklären will. Die Wahrscheinlichkeiten sind (...) nicht zu verwerfen, (...) weil sie den Weg bahnen, der zur Wahrheit führt.“ (Du Châtelet 1743: §. 53)

Grundlage der Gewissheit ist bei Descartes, ebenso wie bei Hume, das „Gefühl der Gewissheit“, das Hume jedoch bereits mit der Erörterung der Wahrscheinlichkeit verbindet.

D’Alembert zitiert Du Châtelet fast wörtlich, wenn die Bedeutung der Hypothesen und der Wahrscheinlichkeit für die Wissenschaftsentwicklung thematisiert wird. Ebenso stimmt er vollständig mit Du Châtelet überein, wenn es um die Astronomie geht (Du Châtelet 1743: §§. 58, 71), obwohl er wesentliche Aussagen von Du Châtelet abschwächt oder ganz ausspart, etwa über die Ideen, die aus der Hypothese gewonnen werden, um neue Experimente zu machen<sup>154</sup>, welche ohne die Hypothese nicht unternommen worden wären.

Les *hypotheses* doivent donc trouver place dans les sciences, puisqu’elles sont propres à faire découvrir la vérité & à nous donner de

---

nicht anders verhalten kann“ (Aristoteles 1877: I/2) Diese Korrelation wurde von Hume in Frage gestellt (Hume 1739-1740), allerdings erst im Jahre 1739. Den Ausgangspunkt, der schon von Du Châtelet als unzulänglich kritisiert wurde (Du Châtelet 1743: §. 18), bilden, wie bei Descartes, keine *Aktionen*, sondern „starke und lebhaft empfindungen“ (Vorländer 1908: Hume Erkenntnistheorie), die durch mehr oder weniger passives *Erleiden* entstehen. Vorländer kommentiert: „Man merkt überall, daß Hume nicht von der mathematisch-physikalischen Wissenschaft ausgeht. Die ‚mathematischen‘ Wissenschaften scheinen ihm nur deshalb vor den ‚moralischen‘ (heute: Geisteswissenschaften) im Vorteil zu sein, weil ihre Vorstellungen wahrnehmbar und deswegen (!) immer ‚klar und deutlich‘ (Descartes) sind; andererseits erfordern sie freilich längere und verwickeltere Schlußketten. In dem *Treatise* hatte er auch ihre Gewißheit bezweifelt; in der *Enquiry* tut er das zwar nicht mehr, schließt sie aber dafür ganz von seinem Hauptprobleme aus, verwendet sie nicht zu der Begründung der Physik, die nach ihm vielmehr auf den gewohnheitsmäßigen Wahrnehmungen von Sukzessionen und deren bloßer Verbindung (Assoziation) durch den Verstand beruht. Auch der Begriff des Raumes oder der Ausdehnung ist nur aus oft wiederholten sinnlichen Eindrücken entstanden; worin sein Wissenschaftswert besteht, fragt Hume nicht.“ (Vorländer 1908: Hume, Erkenntnistheorie)

<sup>154</sup> In einer späteren Terminologie formuliert, würde es sich hierbei um „mögliche Erfahrungen“ oder „Bedingungen für mögliche Erfahrungen“ handeln, welche sich aus der Annahme, aber nicht direkt aus der bisherigen Erfahrung, d.h. durch „Zurücksehen auf die Erfahrung“, ergeben.

nouvelles vûes; car une *hypothese* étant une fois posée, on fait souvent des expériences pour s'assurer si elle est bonne. (d'Alembert & Diderot 1751-1772: Hypotheses)

Les hypotheses doivent donc trouver place dans les sciences, puisqu'elles sont propres à nous faire découvrir la vérité & à nous donner de nouvelles vûes; car une hipothese étant une fois posée, on fait souvent des expériences pour s'assurer si elle est bonne, dont on ne seroit jamais avisé sans cela. (Du Châtelet 1740: §. 58)

Es fehlt bei d'Alembert die Fortsetzung: „an welche man sonst niemahls gedacht gedacht haben würde“ und die Erklärung „Sie veranlassen uns ofte zu sehr nützlichen Versuchen“ (Du Châtelet 1743: §. 58) („dont on ne se seroit jamais avisé sans cela. Elles donnent souvent l'idée der faire de nouvelles experiences très-utiles.“ (Du Châtelet 1740, §. 58)). Du Châtelets Text zu den Hypothesen, ebenso wie die Passagen zum *Raum* und zur *Zeit* werden durch die Aufnahme in die *Encyclopédie* zu einem Standard, der durch keinen anderen Autor übertroffen wird. D'Alembert befindet sich damit in Übereinstimmung mit Euler, der bereits im Jahre 1740 betont hatte, dass es ihm nicht gelungen sei, seine Überlegungen zu den Hypothesen mit solcher „Klarheit“ zu entwickeln<sup>155</sup>:

J'ai été souvent en peine, lorsque le Discours rouloit sur cette matière avec des Anglois, de trouver des raisons convaincantes, pour bien faire voir l'utilité des hypothèses, mais je n'ai jamais pu développer mes idées sur ce sujet d'une manière si claire, que Vous. (Euler 1963: 278)

Das von Du Châtelet dargestellte Vorgehen betrifft nicht nur die „Erfahrung überhaupt“, die Relation zwischen Gegenstand und Sinnesindrücken und eine sich anschließende *Auswahl* aus der Gesamtheit der Sinnesindrücke, sondern wird zu einer „aktiven Erfahrung“, d.h. einer *zuvor vorgenommen Einschränkung* oder *Erweiterung* der möglichen Sinnesindrücke oder der „möglichen Erfahrung“ durch das

---

<sup>155</sup> Euler erwartet sogar, dass selbst die Gegner überzeugt werden. „Mais j'espère qu'une bonne partie des ces gens chageront bientôt leur sentiment après avoir lu Votre admirable dissertation sur les hypotheses: (...)“ (Euler 1963: 279)

Setzen von einschränkenden oder erweiternden Bedingungen, d.h. von experimentellen Bedingungen, die es ohne die zuvor gemachten Überlegungen gar nicht gegeben hätte.

Obwohl d'Alembert auf Condillac verweist, besteht eine beträchtliche Differenz in den Darstellungen von Du Châtelet und Condillac. Diese wird besonders deutlich in der Sicht auf Descartes. Während Du Châtelet, ebenso wie d'Alembert (und Leibniz (Leibniz 1996: §. 80)), die Verdienste Descartes' betont<sup>156</sup> und insbesondere hervorhebt, dass Descartes den Weg gebahnt und den ersten Schritt getan hat (Du Châtelet 1743: Vorbericht, V), seine Irrtümer jedoch auf die Bedingungen zurückführt, nämlich das notwendigerweise, im Vergleich zur Gegenwart, eingeschränkte Wissen seiner Zeit (Du Châtelet 1743: Vorbericht, V) (ebenso Leibniz (Leibniz 1996: §. 80)), sieht Condillac hingegen, ganz im Unterschied zu d'Alembert, eine Behinderung der Wissenschaftsentwicklung durch Descartes und stellt sogar die unerfüllbare Forderung an Descartes, eine Kritik vorzunehmen, die erst Newton möglich war<sup>157</sup>. Condillac reduziert den historischen Kontext im Namen einer Kritik, die sich vor allem gegen die *Metaphysik* richtet und damit nicht mehr Descartes' Theorie, einschließlich der Wirbeltheorie, als *Voraussetzung* der Newtonschen, sieht (Du Châtelet 1743: Vorbericht, V), (d'Alembert 1997: Einleitung, 75), sondern als deren Widerpart, ohne die historische Abfolge die historischen Bedingungen zu berücksichtigen<sup>158</sup>. Du Châtelet hingegen erwartet, ebenso

---

<sup>156</sup> „Vielleicht ist von den substantiellen Formen und der Wirbeltheorie ein weiterer Weg als von dieser zur allgemeinen Schwerkraft, wie auch vielleicht zwischen der reinen Algebra und dem Gedanken ihrer Anwendung in der Geometrie ein größerer Abstand besteht als zwischen dem Barrowschen kleinen Dreieck und der Differentialrechnung.“ (d'Alembert 1997: Einleitung, 75)

<sup>157</sup> „On ne doit donc pas interdire l'usage des hypothèses aux esprits assez vifs pour devancer quelquefois l'expérience. Leurs soupçons, pourvu qu'ils les donnent pour ce qu'ils sont, peuvent indiquer les recherches à faire et conduire à des découvertes. Mais on doit les inviter à apporter toutes les précautions nécessaires, et à ne jamais se prévenir pour les suppositions qu'ils ont faites. Si Descartes n'avait donné ses idées que pour des conjectures, il n'en aurait pas moins fourni l'occasion de faire des observations: mais en les donnant pour le vrai système du monde, il a engagé dans l'erreur tous ceux qui ont adopté ses principes, et il a mis des obstacles aux progrès de la vérité.“ (Condillac 1798: Chap. XII)

<sup>158</sup> Im 19. Jahrhundert und am Anfang des 20. Jahrhundert betonte man noch die Gegensätze und Unterschiede in den Theorien von Descartes und Newton, Newton

wie zuvor Leibniz (Leibniz 1998: §. 80) und später d'Alembert (d'Alembert 1997: Einleitung, 68-71), dass Cartes in einer späteren Zeit „gewiß eine Änderung gemachet haben“ (Du Châtelet 1743: §. 17) würde, d.h. eine Kritik seiner früheren Ansichten vorgenommen hätte. Zu einer solchen Kritik ihrer eigenen früheren Ansichten waren sowohl Newton (Pemberton 1728) als auch Leibniz gekommen (Leibniz 1982: I (10)), die in ihrer Jugend selbst Anhänger von Descartes waren und sich später Euklid bzw. Aristoteles zuwandten.

Locke; Berkeley, Hume und Condillac verfolgen die Idee, einen Weg zu finden, um Irrtümer und Fehler, auszuschließen oder von vornherein, von Anbeginn an zu vermeiden, was nach Du Châtelet unmöglich ist, weil es alle bisherigen Erfahrungen widerspricht, denn „man (ist) erst nach vielen unnützen Hypothesen“ und lange fruchtlose Arbeit zu den „erhabensten Entdeckungen“ gelangt (Du Châtelet 1743: §. 57).

Newton, Leibniz, Euler und Du Châtelet gehen von der Erfahrung aus, dass die jahrtausendjährige Entwicklung der Wissenschaft, insbesondere die Astronomie von Ptolemäus bis Kepler, ein überzeugendes Beispiel dafür ist, dass es unmöglich ist, nicht in Irrtümer zu fallen und keine Fehler zu machen, weil die „wahren Ursachen der natürlichen Wirkungen und Begebenheiten (...) oftmahls von den Gründen, darauf wir fussen, (...), so weit entfernt“ sind, dass „man sich mit wahrscheinlichen Ursachen behelfen muß“ (Du Châtelet 1743: §. 53) („es unerläßlich ist“, „wir gezwungen sind, uns mit mit wahrscheinlichen Ursachen zu begnügen“, „obligé de se contenter“ (Du Châtelet 1740, §. 53)). D'Alembert zitiert zwar diese Passage wörtlich, schwächt aber im folgenden Text die Konsequenzen ab.

Das Wissen ist immer „vorläufig“ und „unvollständig“. Hypothesen sind nicht nur „unvermeidlich“, d.h. ein unvermeidliches Übel, sondern, im Gegenteil, das „einzige Mittel, um die Wahrheit zu entde-

---

und Leibniz (Mach 1901), (Reichenbach 1924) oder Newton und Einstein. Am Ende des 20. Jahrhundert ist man wieder, wie am Anfang des 18. Jahrhiundert, an der *Korrelation* dieser Theorien interessiert. Foucault spricht von einer „Archäologie des Wissens“ (Foucault 2002).

cken“. Du Châtelet und Euler nehmen einen solchen Standpunkt ein, den man als einen Standpunkt *beyond* von Rationalismus und Empirismus bezeichnen kann, wobei als deren Repräsentanten Descartes und Locke gelten. Weder der Lockesche Empirismus noch der Descartessche Rationalismus genügen, das ist das Resultat von Du Châtelets Analyse und ihrer Hinwendung zu Leibniz (Du Châtelet 1743: Vorbericht, XII). D’Alembert vertraut mehr der Theorie von Locke, der „erfolgreich ausführte“, „was Newton nicht gewagt oder vielleicht nicht gekonnt hatte“ (d’Alembert 1997: Einleitung, 74), als der Metaphysik von Leibniz<sup>159</sup>. Alle Nachfolger von Descartes müssen ihre Positionen auf diesem Hintergrund beziehen. Leibniz geht in den *Nouveaux Essais*, seiner Antwort an Locke, nicht nur über den *Lockeschen Empirismus*, sondern zugleich über den *Descartesschen Rationalismus* und damit, ebenso wie Newton, über den Gegensatz von Rationalismus und Empirismus, wie er im 17. Jahrhundert bestand, hinaus. Den Text zum Stichwort „Hypothese“ hätte d’Alembert in weiten Passagen auch den *Nouveaux Essais* entnehmen können, die ebenfalls im Jahre 1765 erschienen.

Sieht man in den Hypothesen nicht ein unerfreuliches Hilfsmittel, einen Notbehelf, den es zu vermeiden und zu beheben gilt, sondern ein inhärentes Merkmal des Erkenntnisprozesses, dann sind der rationalistische und der empiristische Standpunkt gleichermaßen einzunehmen. Du Châtelet zögert noch („car les hypotheses sont *souvent* le seul moyen“ (Du Châtelet: §. 57), „sind *oft* das einzige Mittel“), Euler ist, wohl aus seiner Erfahrung, radikaler („les hypothèses (...) sont *pourtant* (dennoch, gleichwohl) à mon avis le seul moyen“ (Euler 1963: 278).

Das Stichwort „Hypothese“ im Band VIII der *Encyclopédie*, publiziert im Jahre 1765, ist wohl nicht nur die vollständigste Darstellung des Programms von Du Châtelet nach 1742 und lässt nicht nur die Wir-

---

<sup>159</sup> Diese Entscheidung führte zu einer Verschiebung zu Lasten der methodologischen Komponente, die Du Châtelet noch vollständig im Kapitel *Von den Gründen unserer Erkenntniß* (Du Châtelet 1743: Kap. I) abhandelt, und gegen die d’Alembert schon im *Traité* in seiner Polemik gegen Euler Einwände vorbringt (d’Alembert 1899: §. 19).

kung der *Institutions* erkennen, sondern gleichermaßen, wie dieses Programm modifiziert und relativiert wird. D'Alembert schließt mit einer Würdigung der Hypothesen von Kopernikus, Kepler, Huygens, Descartes, Leibniz und Newton („Newton lui-même“), unterscheidet jedoch zwischen „guten und schlechten Hypothesen“ und schließt mit einem Hinweis auf Condillac, während Du Châtelet hervorhebt, daß eine „Hypothese in einem ihrer Theile wahr, und in dem andern Theile falsch seyn“ kann (Du Châtelet 1743: §. 65) (Euler geht in derselben Weise bei der Analyse des Leibniz-Wolffischen Lehr=Gebäudes von den Monaden vor (Euler 1746a)), und auf Descartes' Wirbeltheorie verweist.

In dieser Situation zwischen Rationalismus und Empirismus, die beide *gleichermaßen* zu der damaligen Methodologie beitrugen, sieht sich auch d'Alembert ebenso wie Du Châtelet (Du Châtelet 1743: Vorbericht VII), so dass sich die Notwendigkeit ergibt, Newtons und Leibniz' Mechanik gleichermaßen zu Grunde zu legen. D'Alembert beschließt seine *Abhandlung über Dynamik* mit einem Kapitel *Über das Prinzip der Erhaltung der lebendigen Kräfte* (d'Alembert 1899).

## **Zusammenfassung**

Du Châtelet entwickelt im Jahre 1740 in den *Institutions* eine Darstellung der Wissenschaftsentwicklung im 17. und 18. Jahrhundert in Europa, der sich d'Alembert in der *Einleitung zur Enzyklopädie* im Jahre 1751 anschließt<sup>160</sup> (d'Alembert 1997: Einleitung, 65-80), wobei

---

<sup>160</sup> Kant sieht diesen Teil der Aufklärung später als erledigt an und in der Frage, innerhalb der Wissenschaften zur Aufklärung und damit zur Wahrheit zu kommen, als ein Problem der *Vernunft* an, die sich „ohne ihre Schuld“ in „Dunkelheit und Widersprüche“ stürzte (Kant 1910: IV, 7). „Ich habe den Hauptpunkt der Aufklärung, d.i. des Ausganges der Menschen aus ihrer selbst verschuldeten Unmündigkeit, vorzüglich in *Religionssachen* gesetzt: weil in Ansehung der Künste und Wissenschaften unsere Beherrscher kein Interesse haben, den Vormund über ihre Unterthanen zu spielen; (...).“ (Kant 1910: VIII, 41) Kant empfiehlt hier den Gebrauch eines Mittels,

der *Übergang vom Cartesianismus zum Newtonianismus* in Frankreich von 1720 bis 1740 von besonderem Interesse ist. D'Alembert macht später seinen Lesern deutlich, was die Engländer den Franzosen, nämlich die Theorie von Descartes<sup>161</sup>, und die Franzosen den Engländern, nämlich die Lehren des Kanzlers Bacon und die Theorie Newtons, zu verdanken haben (d'Alembert 1997: Einleitung, 65-80)

Du Châtelet entwirft, mittels der heutigen Terminologie ausgedrückt, eine *Wissenschaftsgeschichte* vom Standpunkt der *Wissenschaftstheorie* und eine *Wissenschaftstheorie* vom Standpunkt der *Wissenschaftsgeschichte*. Die Darstellung ist nicht *enzyklopädisch*, wie bei Bayle und Diderot und d'Alembert, sondern *systematisch*, wie bei Rohault und Euler. Es handelt sich deshalb nicht um die „Historie der Veränderungen (...), denen die Physik unterworfen gewesen ist“ (Du Châtelet 1743: Vorbericht, V). Ein weiterer Gesichtspunkt, nach dem eine Auswahl vorgenommen wird, ist, „euch zu erkennen zu geben, (...), was man wissen müsse“ (Du Châtelet 1743: Vorbericht, V). „Wissen“, d.h. kennen, muß man *die Lehrgebäude* (les systèmes) Cartesens und Newtons (Du Châtelet 1743: Vorbericht, VI) und die „Hauptsätze (les principales opinions) des Herrn von Leibnitz von der Metaphysik“ (Du Châtelet 1743: Vorbericht, XII).

Du Châtelet betrachtet Newton und Leibniz unter einem gemeinsamen Gesichtspunkt, während Voltaire, d'Alembert, Maupertuis, Condillac und andere Autoren eine unterschiedliche Sicht auf Newton und Leib-

---

nämlich des Mittels der Vernunft, dessen Fragwürdigkeit und Anfälligkeit für Irrtümer er zuvor überzeugend dargelegt hatte. „Die menschliche Vernunft hat das besondere Schicksal (...), daß sie durch Fragen belästigt wird, die sie nicht abweisen kann (...), die sie aber auch nicht beantworten kann, denn sie übersteigen alles Vermögen der menschlichen Vernunft.“ (Kant 1910: IV, 7)

<sup>161</sup> Diese Interpretation wird in neuer Zeit insbesondere durch Westfalls Erschließung der Newtonschen Manuskripte bestätigt. „In chapter 4, Newton also repeated his attack on modern analysts, including Leibniz among them by implication. One fascinating sentence suggests the depth his revulsion against Descartes had reached. After expounding his fluxional method, he paused to reflect. ‘On these matter I pondered nineteen years ago, comparing the findings of ..... and Hudde with each other.’ The silence of the blank is deafening. Only one name - Descartes - could have belonged there. Newton could not longer bring himself even to acknowledge his debt.“ (Westfall 1980: 401)



niz etablieren, die bis in die Gegenwart erhalten geblieben ist (Reichenbach 1924). Leibniz wird schon zu dieser Zeit kritisiert, vor allem, wie Mach später zusammenfasst, in seiner Eigenschaft als Metaphysiker und Theologe, Newton wird zum Vorbild erhoben, vor allem wegen seines „Taktes als Physiker“, obwohl er es ebenfalls „nicht verschmähte“, sich mit theologischen Fragen zu befassen<sup>162</sup>. Der Unterschied zwischen Newton und ergibt sich für Mach daraus, dass Newton nie „trotz seiner tiefen Religiosität die Theologie in naturwissenschaftliche Fragen eingemengt“ hat (Mach 1901: Kap. 4, §. 6)

Daniel Bernoulli, Emilie Du Châtelet und Leonhard Euler gehören zu derjenigen Generation von Wissenschaftlern, von D'Alembert „junge Mathematiker“ genannt, welche die nach-Newtonsche Phase in der Entwicklung der Mechanik entscheidend prägte.

Daniel Bernoulli stellte, unter Verwendung der Leibnizschen Terminologie, die Frage, ob die Sätze der Mechanik (Dynamik) ebenso wie die Sätze der Statik notwendige Wahrheiten sind. D'Alembert folgt später Newton und Locke und verwirft die Leibnizsche Methodologie als Konsequenz aus dem „Geist der Systeme“, die dem Newtonschen „systematischen Geist“, der auf „Erfahrungen und Berechnung“ gegründet ist, entgegensteht. Damit entfällt auch die Frage nach „notwendigen Wahrheiten“, ihre Erörterung ist „nutzlos“. Du Châtelet geht zuvor von den „metaphysischen Begriffen des Herrn von Leibnitz“ aus und macht diese nicht nur in Frankreich bekannt, sondern zur methodologischen Grundlage der *Institutions*. Nicht weniger engagiert ist Du Châtelet im Bekanntmachen des Lehr=Gebäudes Newtons. Sie vollbringt das Kunststück, gleichzeitig Newtonianerin und Leibnizianerin zu sein.

---

<sup>162</sup> „Auch Newton verschmähte es nicht, sich mit der Erklärung der Apokalypse zu beschäftigen. Es war in solchen Dingen schwer mit ihm zu sprechen. Als Halley sich einmal einen Scherz über theologische Discussionen erlaubte, soll er ihn kurz mit der Bemerkung abgewiesen haben: ‚Ich habe diese Dinge studirt, Sie nicht!‘

Bei Leibnitz, dem Erfinder der besten Welt und der prästabilierten Harmonie, welche Erfindung in Voltaire's anscheinend komischem, in Wirklichkeit aber tief ernstem philosophischen Roman ‚Candide‘ ihre gebührende Abfertigung gefunden hat, brauchen wir nicht zu verweilen. Er war bekanntlich fast ebenso sehr Theologe als Philosoph und Naturforscher.“ (Mach 1901: Kap. 4, §. 2)

## Literaturverzeichnis

Algarotti, Francesco 1739. *Le Newtonianisme pour les Dames*. Paris. *Francesco Algarotti: Dialoge über die Optik Newtons* (ed., übersetzt und kommentiert von Hans W. Schumacher) [www.algarotti.de](http://www.algarotti.de).

Applebaum, Wilbur (ed.) 2000. *Encyclopedia of the Scientific Revolution from Copernicus to Newton*. New York.

Aristoteles 1960. *Metaphysik*, Berlin.

Aristoteles 1877. *Zweite Analytiken*. (übersetzt von Julius Hermann von Kirchmann). Leipzig.

Bacon, Roger 1900. *Opus Majus*. (ed. John Henry Bridges). London.

Bayle, Pierre 1697. *Dictionnaire historique et critique* (DHC). Rotterdam.

Bayle, Pierre 1997. *Peter Baylens Philosophisches Wörterbuch*. 300 Jahre einer Enzyklopädie der Aufklärung. Ausstellung vom 15. November 1996 bis 10. Januar 1997. Berlin.

Berkeley, George 1901. *De Motu sive de Motus principio et natura, et de Causa communicationis Motuum*, in Fraser, Alexander Campbell (ed.) *The Works of George Berkeley*, Vol. I. Oxford.

Berkeley, George 1734. *The Analyst, or, a Discourse Addressed to an Infidel Mathematician*. London.

Bernoulli, Jean 1727. *Discours sur les Loix de la Communication du Mouvement*. Paris.

Bernoulli, Jean 1735. *La nouvelle Physique céleste*, Paris. Deutsche Übersetzung Nick, Klaus Robert 2001. *Kontinentale Gegenmodelle*. Frankfurt am Main.

Bernoulli, Daniel 1724. *Exercitationes quaedam mathematicae*. Venedig.

Bernoulli, Daniel 1726. *Examen Principiorum Mechanicae, Commentarii Academiae Scientiarum Imperialis Petropolitanae*, Tomus I. Petropolis.

Bernoulli, Jakob 1899. *Ars Conjectandi*, in *Wahrscheinlichkeitsrechnung* (übersetzt und herausgegeben von R. Haussner). Leipzig.

Besterman, Theodore (ed.) 1958. *Les Lettres de la Marquise du Châtelet*. Genf.

Bos, Henk Jan Maarten 2005. On the Geometrical Physics of the 17th Century, in *Mathematics in the Physical Sciences, 1650-2000*, Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach, Report No. 56/2005.

Böttcher, Frauke 2013. *Das mathematische und naturphilosophische Lernen und Arbeiten der Marquise du Chatelet (1706-1749)*. Berlin .

Carnap, Rudolph 1931/32. Überwindung der Metaphysik durch logische Analyse der Sprache. *Erkenntnis* 2.

Cassirer, Ernst 1922. *Das Erkenntnisproblem in der Philosophie und Wissenschaft der neueren Zeit*. Berlin.

Du Châtelet, Emilie 1740. *Institutions de physique*. Paris.

Du Châtelet, Emilie 1742. *Institutions physiques de Madame la Marquise Du Chastellet adressées à Mr. Son Fils*. Paris.

Du Châtelet, Emilie 1743. *Der Frau Marquisinn von Chastellet Naturlehre an Ihren Sohn*. Erster Theil nach der zweyten Französischen Ausgabe übersetzt von Wolf Balthasar Adolph von Steinwehr. Halle/Leipzig 1743.

Condillac, Etienne Bonnot de 1798, *Traité des Systemes*. Paris.

Condorcet, Marie Jean Antoine de 1823. Eulogy to Euler, in Brewster, David (ed.): *Letters of Euler on different subjects in Natural Philosophy addressed to a German princess*. Edinburgh.

Condorcet, Marie Jean Antoine de 1784. Vorwort in Condorcet, Marie Jean Antoine de (ed.): *Voltaire, Eléments de la philosophie de Newton*. Paris.

Couturat, Louis (ed.) 1903. *Opuscules et fragments inédits de Leibniz*. Paris.

d'Alembert, Jean 1899. *Abhandlung über Dynamik, in welcher die Gesetze des Gleichgewichtes und der Bewegung der Körper auf die kleinstmögliche Zahl zurückgeführt und in neuer Weise abgeleitet werden und in der ein allgemeines Princip zur Auffindung der Bewegung mehrerer Körper, die in beliebiger Weise aufeinander wirken, gegeben wird*. Ostwald's Klassiker 106. Leipzig.

d'Alembert, Jean 1997. Einleitung in die Enzyklopädie, in Mensching, Günter (ed): *Philosophische Bibliothek*, Band 473. Hamburg.

d'Alembert, Jean & Diderot, Denis 1751-1772. *Encyclopédie, ou Dictionnaire Raisonné des Sciences, des Arts et des Métiers*. Paris.

d'Alembert, Jean 1785. *Encyclopédie Méthodique, Mathématiques*. Paris.

d'Alembert, Jean 1853. *Oeuvres de d'Alembert*. Paris.

Detlefsen, Karen 2014. *Emilie du Châtelet*.

<http://plato.stanford.edu/entries/emilie-du-chatelet>

Dilthey, Wilhelm 2000. Allgemeine Geschichte der Philosophie: Vorlesungen 1900-1905, in *Gesammelte Schriften*, XXIII. Band. Göttingen.

Einstein, Albert 1905. Über einen die Erzeugung und Verwandlung von Licht betreffenden heuristischen Gesichtspunkt. *Annalen der Physik* 17, 132-148.

Einstein, Albert 1954. Vorwort in Jammer, Max: *Concepts of Space*. New York.

Eisler, Rudolph 1966. *Kant-Lexikon*, Heidelberg.  
in: <http://www.textlog.de/32405.html>

Euler, Leonhard 1736. *Mechanica sive motus scientia analytice exposita*. Petropoli. Deutsche Übersetzung von Wolfers, Jakob Philipp 1848: *Leonhard Euler's Mechanik oder analytische Darstellung der Wissenschaft von der Bewegung*, Greifswald. Eneström-Index<sup>163</sup> E015/016.

Euler, Leonhard 1746a. *Gedanken von den Elementen der Körper, in welchen das Lehr=Gebäude von den einfachen Dingen den Monaden geprüft, und das Wesen der Körper entdeckt wird*. Berlin. E081.

Euler, Leonhard 1746b. *Nova Theoria Lucis et Colorum*. Deutsche Übersetzung von Kortholt: [http://bibliothek.bbaw.de/bibliothek-digital/digitalequellen/schriften/anzeige/index\\_html?band=04-phys/3&seite:int=21](http://bibliothek.bbaw.de/bibliothek-digital/digitalequellen/schriften/anzeige/index_html?band=04-phys/3&seite:int=21). Physikalische und medicinische Abhandlungen der Königlichen Academie der Wissenschaften zu Berlin. Dritter Band (Gotha: Ettinger, 1783). E088.

Euler, Leonhard 1748. *Réflexions sur l'espace et le temps*. E149

---

<sup>163</sup> Eulers Werke werden zitiert nach dem Eneström Index: The Euler Archive, [www.eulerarchive.org](http://www.eulerarchive.org).

Euler, Leonhard 1750. *Découverte d'un nouveau principe de Mécanique*. E177.

Euler, Leonhard 1750. *Recherches sur l'origine des forces*. E181

Euler, Leonhard 1790. *Vollständige Anleitung zur Differential-Rechnung*. Aus dem Lat. übers. und mit Anm. und Zus. begl. von Johann Andreas Christian Michelsen. Berlin.

Euler, Leonhard 1765. *Theoria motus corporum solidorum seu rigidorum*. Deutsche Übersetzung von Wolfers, Jakob Philipp 1853:Leonhard Euler's Theorie der Bewegung fester und starrer Körper. Greifswald.

Euler, Leonhard 1768-1672. *Lettres à une princesse d'Allemagne sur divers sujets de physique & de philosophie*. Saint Petersburg. E343 (Lettres 1-80), E344 (Lettres 81-154, 1768), E417 (Lettres 155-234, 1672). Deutsche Übersetzung Euler, Leonhard 1773. *Briefe an eine deutsche Prinzessin* (2. Auflage). Leipzig.

Euler, Leonhard 2009. Theses Philosophicae, in Velminski, Wladimir: *Form, Zahl, Symbol: Leonhard Eulers Strategien der Anschaulichkeit*. Berlin.

Euler, Leonhard 1862. Anleitung zur Naturlehre, in *Opera Postuma. Mathematica et Physica*. Tomus alter. Petropoli (E842).

Euler, Leonhard 1963. *Letters to scholars*. Moscow.

Euler, Leonhard 2007. Autobiographie, in Fellmann, Emil A.: *Leonhard Euler*. Basel.

Foucault, Michel 2002. *Archaeology of Knowledge*, London.

Fellmann, Emil A. 2007. *Leonhard Euler*, Basel.

Frege, Gottlieb 1884. *Die Grundlagen der Arithmetik*. Breslau.

Gärtner, Hannelore 1976. *Zur Geschichte der Lexikographie der Encyclopédie*, in Diesner, Hans-Joachim & Gurst, Günter: *Lexika gestern und heute*. Leipzig.

Gehler, Johann Samuel Traugott 1787. *Physikalisches Wörterbuch oder Versuch einer Erklärung der vornehmsten Begriffe und Kunstwörter der Naturlehre mit kurzen Nachrichten von der Geschichte der Erfindungen und Beschreibungen der Werkzeuge begleitet in alphabetischer Ordnung*. Leipzig.

Grabner, Judith V. 2009. Why did Lagrange “Prove” the Parallel Postulate? *American Mathematical Monthly*, January 2009.

Graubner, Hans 1989. Theological Empiricism: Aspects of Johann Georg Hamann’s Reception of Hume. *Hume Studies* XV(2), 377-385.

Griffith-Dickson, Gwen 2013. *Johann Georg Hamann*, Stanford Encyclopedia of Philosophy.

Hagengruber, Ruth 1999, *Eine Metaphysik in Briefen. E. du Chatelet an P. L. M. de Maupertuis*, in Hecht, Hartmut (ed): *Pierre Louis Moreau de Maupertuis (1698-1759)*. Berlin, 189-211.

Hagengruber, Ruth 2012a (ed.). *Emilie du Châtelet between Leibniz and Newton*. Heidelberg.

Hagengruber, Ruth 2012b. Emilie du Châtelet Between Leibniz and Newton: The Transformation of Metaphysics, in Hagengruber, Ruth (ed.) *Emilie du Châtelet between Leibniz and Newton*. Heidelberg.

Hamann, Johann Georg 1955-1979. *Johann Georg Hamann Briefwechsel*. Bände 1 bis 3 herausgegeben von Walther Ziesemer und Arthur Henkel, Bände 4 bis 7 herausgegeben von Arthur Henkel. Frankfurt/Main 1955-1979. <http://hamann-briefe.de/wordpress/>

Hamann, Johann Georg 1965. Metakritik über den Purismus der Vernunft, in Arthur Henkel (ed.): *Johann Georg Hamann, Briefwechsel*. Fünfter Band. 1783-1785. Frankfurt: 210-216.

Hamel, Frank 1910. *An eighteenth-century Marquise*. London.

Hume, David 1739-1740. *A Treatise of Human Nature*. London.

Hutton, Sarah 2004. Emilie du Châtelet's Institutions de physique as a Document in the History of French Newtonianism in: *Studies in history and philosophy of science* 35A(3), 515–31.

Huygens, Christaan 1899. Abhandlung über die bei Glücksspielen möglichen Berechnungen, in Haussner, Robert Karl (ed.): *Wahrscheinlichkeitsrechnung*. Leipzig.

Kant, Immanuel 1910. *Kant's gesammelte Schriften*, herausgegeben von der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften. Berlin.

Kirchner, Friedrich 1890. *Wörterbuch der Philosophischen Grundbegriffe*. Heidelberg.

Keynes, John Maynard 1947. *Newton, the Man*.  
[http://www-history.mcs.st-and.ac.uk/Extras/Keynes\\_Newton.html](http://www-history.mcs.st-and.ac.uk/Extras/Keynes_Newton.html)

Keynes, John Maynard 1921. *A Treatise on Probability*, London.

Kühn, Manfred 2003. *Kant. Eine Biography*. München.

(GM) Gerhardt, Carl Immanuel 1849-1863. *Leibnizens mathematische Schriften*. Halle.

(Leibniz A) *Gottfried Wilhelm Leibniz. Sämtliche Schriften und Briefe* (1923 ff.). Herausgegeben von der Preußischen Akademie der Wissenschaften, weitergeführt von der Akademie der Wissenschaften der DDR in Zusammenarbeit mit dem Leibniz-Archiv der Niedersächsischen Landesbibliothek Hannover und der Leibniz-Forschungsstelle



der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster. Darmstadt (später Leipzig, Berlin)

Leibniz, Gottfried Wilhelm 1996. *Neue Abhandlungen über den menschlichen Verstand*. Frankfurt am Main.

Leibniz, Gottfried Wilhelm 1998. *Monadologie* (übersetzt und herausgegeben von Hartmut Hecht). Stuttgart.

Leibniz, Gottfried Wilhelm 1960. *Fragmente zur Logik* (hrsg. von Franz Schmidt). Berlin.

Leibniz, Gottfried Wilhelm 1982. *Specimen Dynamicum* (hrsg. und übersetzt Dosch, Hans Günter & Most, Glenn W. & Rudolpf, Enno), Hamburg.

*A Collection of Papers, which passed between the late Learned Mr. Leibnitz and Dr. Clarke, In the Years 1715 and 1716. Relating to the Principles of Natural Philosophy and Religion*. London.

Leibniz, Gottfried Wilhelm 1846. *Historia et origo calculi differentialis*. (Hrsg. Gerhardt, Carl Immanuel). Hannover.

Leibniz, Gottfried Wilhelm 2001. *The Labyrinth of the Continuum* (ed. and trans. Arthur, Richard T. W.). New Haven.

Lewendoski, Alexandra 2015. *Wechselwirkungen zwischen Voltaires Métaphysique de Neuton und Du Châtelets Institutions de Physique*. Im Erscheinen.

Locke, John 1690. *An essay concerning human understanding*. London.

Mach, Ernst 1901. *Die Mechanik in ihrer Entwicklung*. Leipzig.

Maupertuis, Pierre Louis Moreau de 1768. Les lois du mouvement et du repos déduites d'un principe métaphysique, in *Œuvres de Maupertuis* 4, 31-42. Lyon.

Maupertuis, Pierre Louis Moreau de 1756. Examen philosophique de la preuve de l'existence de Dieu employée dans l'Essai de Cosmologie. *Histoire de l'Académie Royale des Sciences et Belles-Lettres*. Berlin: 389-424.

Mendelssohn, Moses 1784. Was heißt aufklären? *Berlinische Monatschrift* 4, 1784 (September).

Moivre, Abraham de 1718. *The Doctrine of Chances*. London.

Montmort, Pierre Raymand de 1714, *Essai d'Analyse sur les Jeux de Hazard*. Paris.

Nagel, Fritz 2012. "Sancti Bernoulli orate pro nobis". Emilie du Châtelet's Rediscovered Essai sur l'optique and Her Relation to the Mathematicians from Basel, in Hagengruber, Ruth 2012 (ed.): *Emilie du Châtelet between Leibniz and Newton*. Heidelberg, 97-112.

Newton, Isaac 1660. *Quæstiones quædam Philosophiæ* (Certain Philosophical Questions), early-mid 1660s, Shelfmark: MS Add. 3996. Location: Cambridge University Library, Cambridge, UK.

Newton, Isaac 1684a. *De motu corporum in gyrum*. Late 1684, in Latin, c. 3,923 words, 9pp. Shelfmark: MS Add. 3965.7, ff. 55-62. Location: Cambridge University Library, Cambridge, UK.

Newton, Isaac 1684b. *De motu sphaericorum corporum in fluidis*. Late 1684, in Latin, c. 5,102 words, 15 pp. Shelfmark: MS Add. 3965.7, ff. 40-54 Location: Cambridge University Library, Cambridge, UK.

Newton, Isaac mid-1680. *De Gravitatione et æquipondio fluidorum*, mid-1680s, in Latin, c. 9,428 words, 40 pp. Shelfmark: MS Add. 4003 Location: Cambridge University Library, Cambridge, UK.

Newton, Isaac 1687. *Principia mathematica philosophiae naturalis*. London.

Newton, Isaac 1713. *Principia mathematica philosophiae naturalis*. London.

Newton, Isaac 1726. *Principia mathematica philosophiae naturalis*. London 1687.

Newton, Isaac 1744. *Opuscula mathematica, philosophica et philologica*. Collegit partimque Latinè vertit ac recensuit Joh. Castillioneus Jurisconsultus. 3 vols<sup>164</sup>. Lausanne und Genf.

Newton, Isaac 1718. *Opticks, or a Treatise of the Reflections, Refractions, Inflexions and Colours of Light*. London.

Newton, Account 1714. *An Account of the Book entituled Commercium Epistolicum D. Johannis Collinii & aliorum, De Analysi promota*, published by order of the Royal Society, in relation to the Dispute between Mr. Leibnitz and Dr. Keil, about the Right of Invention of the Method of Fluxions, by some call'd the Differential Method (1714). Phil Trans of the Royal Soc. No. 342, January and February 1714, 342:173 - 224

Newton Project. *The Newton Project*,  
<http://www.newtonproject.sussex.ac.uk>

---

<sup>164</sup> Volume 1 Mathematical Papers (De Analysi, 1711; Methodus fluxionum, 1736; De quadratura, 1706; Enumeratio, 1706; Methodus differentialis, 1711 and additional papers);

Volume 2 Philosophical Papers (De mundi systemate, 1731; Lectiones opticae, 1729, 31 papers published in 'Philosophical transactions', De natura acidorum, 1736; Scala graduum caloris, 1701);

Volume 3 Philosophical Papers (A short chronical, 1728; The chronology of ancient kingdoms amended, 1728; on chronology from 'Philosophical transactions', 1725; Observations upon the prophecies of Daniel, 1737; Dissertation upon the sacred cubit, 1737).

[http://echo.mpiwg-berlin.mpg.de/content/scientific\\_revolution/newton](http://echo.mpiwg-berlin.mpg.de/content/scientific_revolution/newton)

Pemberton, Henry 1728. *A View of Sir Isaac Newton's Philosophy*. London.

Planck, Max 1913. *Vorlesungen über die Theorie der Wärmestrahlung*, Leipzig.

Polya, George 1973. *How to solve it?* Princeton.

Quine, Willard Van Orman 1951. Two dogmas of empiricism. *The Philosophical Review* 60, 20-43. Reprinted in W.V.O. Quine, *From a Logical Point of View* (Harvard University Press, 1953; second, revised, edition 1961).

Reichenbach, Hans 1924. Die Bewegungslehre bei Newton, Leibniz und Huygens. *Kant-Studien* 29, 416-438.

Renn, Jürgen 2006. *Auf den Schultern von Riesen und Zwergen*. Weinheim.

Rodrigues, Ana 2012. Emilie du Châtelet, a Bibliography, in Hagengruber, Ruth 2012 (ed.): *Emilie du Châtelet between Leibniz and Newton*. Heidelberg, 207-246.

Rohault, Jacques 1671. *Traité de Physique*, Paris. Neue Auflagen 1672, 1675, 1682, 1696, 1705, 1723, 1730. Lateinische Übersetzung 1674.

Rohault, Jacques 1735. *Rohault's System of Natural Philosophy, illustrated with Dr. Samuel Clarke's Notes. Taken mostly out of Sir Isaac Newton's Philosophy*, Third Edition, London.

Russell, Bertrand 2001. *Philosophie des Abendlandes*. 10. Aufl. Europaverlag.

Schlick, Moritz 1931. Die Wende der Philosophie. *Erkenntnis* I, 4-11.

- Schönfeld, Manfred 2000. *The Philosophy of the Young Kant*. Oxford.
- Schopenhauer, Arthur 1891. Die Welt als Wille und Vorstellung in Fraunstädt, Julius: *Arthur Schopenhauer's sämtliche Werke*, Zweiter Band. 2. Aufl. Leipzig.
- Speiser, David 1987. Examen Principiorum Mechanicae, in Speiser, David & Vandenbroucke, Anne (ed.): *Die Werke von Daniel Bernoulli*, Band 3, Basel.
- Streintz, Heinrich 1883. *Die physikalischen Grundlagen der Mechanik*. Leipzig.
- Thomas von Aquino. Summa Theologica, in *Bibliothek der Kirchenväter*. <http://www.unifr.ch/bkv/>
- Turnbull, Herbert Westren (ed.) 1959. *The Correspondence of Isaac Newton*, Volume 1. Cambridge.
- Voltaire 1738. *Elémens de la Philosophie de Newton*. Amsterdam
- Voltaire 1740. *La Métaphysique de Newton, ou Parallèle des Sentiments de Neuton et de Leibnitz*. Amsterdam.
- Voltaire 1772. *Œuvres de Monsieur de V\*\*\*\**. Neuchatel.
- Voltaire 1880. *Œuvres Complètes de Voltaire*. Paris.
- Shank, J. B. 2010. *Voltaire*. The Stanford Encyclopedia of Philosophy.
- Vorländer, Karl 1908. *Geschichte der Philosophie*. Leipzig.
- Westfall, Richard 1980. *Never at Rest. A Biography of Isaac Newton*. Cambridge.
- Westfall, Richard 1996. *Isaac Newton*. Spectrum.

Whiteside, Derek Thomas (ed.) 1967-1982. *The Mathematical Papers of Isaac Newton*. Cambridge.

Winter, Ursula 2012. From Translation to Philosophical Discourse – Emilie du Châtelet’s Commentaries on Newton and Leibniz, in Hagengruber, Ruth 2012 (ed.): *Emilie du Châtelet between Leibniz and Newton*. Heidelberg. 173-206.

Wittgenstein, Ludwig 1990. *Tractatus logico-philosophicus*. Leipzig.

Wolff, Christian 1724. *Anmerkungen über die vernünftigen Gedancken von Gott, der Welt und der Seele des Menschen*. Franckfurt am Main.

Zinsser, Judith (ed.) 2009. *Emilie Du Châtelet, Selected Philosophical and Scientific Writings*. Chicago.

Zinsser, Judith P. 2013. Mentors, the marquise Du Châtelet and the historical memory. *Notes and Records of the Royal Society Journal of the History of Science* 61(2), 89-108.

Zöllner, Johann Friedrich 1783. Ist es rathsam, das Ehebündniß ferner durch die Religion zu sanciren? *Berlinische Monatschrift* 2 (Dezember), 282-293.

## MAX-PLANCK-INSTITUT FÜR WISSENSCHAFTSGESCHICHTE

Max Planck Institute for the History of Science

### Preprints since 2012 (a full list can be found at our website)

- 422** Pietro Daniel Omodeo, Irina Tupikova **Aristotle and Ptolemy on Geocentrism: Diverging Argumentative Strategies and Epistemologies** (TOPOI – Towards a Historical Epistemology of Space)
- 423** Han F. Vermeulen **Linguistik und Völkerkunde – der Beitrag der historisch-vergleichenden Linguistik von G.W. Leibniz zur Entstehung der Völkerkunde im 18. Jahrhundert** [Leicht erweiterte Fassung des Working Papers No. 133 aus dem MPI for Social Anthropology]
- 424** Alfred Gierer **Mit Schiller gegen den „Egoismus der Vernunft“**. Zeitübergreifende Gedanken zur Natur des Menschen
- 425** Annette Vogt **Die Berliner Humboldt-Universität von 1945/1946 bis 1960/1961**
- 426** Klaus Geus, Martin Thiering (eds.) **Common Sense Geography and Mental Modelling**
- 427** Renate Wahsner **Kann eine moderne Naturphilosophie auf Hegelsche Prinzipien gegründet werden?** Spekulative und naturwissenschaftliches Denken
- 428** Stefano Bordoni **Widening the Scope of Analytical Mechanics** Duhem's third pathway to Thermodynamics
- 429** Pietro Daniel Omodeo **Copernicus in the Cultural Debates of the Renaissance: Reception, Legacy, Transformation** [Part I & II]
- 430** Mark Geller & Klaus Geus (eds.) **Productive Errors: Scientific Concepts in Antiquity** (TOPOI – Dahlem Seminar for the History of Ancient Sciences)
- 431** Klaus Gottstein **The Amaldi Conferences. Their Past and Their Potential Future**
- 432** Mikuláš Teich **The Scientific Revolution Revisited**
- 433** Lorraine Daston & Jürgen Renn (Hrsg.) **Festkolloquium für Hans-Jörg Rheinberger** Beiträge zum Symposium am 24. 1. 2011 im Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte
- 434** Conference **Epistemology and History. From Bachelard and Canguilhem to Today's History of Science**
- 435** Jens Høyrup **Sanskrit-Prakrit interaction in elementary mathematics as reflected in Arabic and Italian formulations of the rule of three – and something more on the rule elsewhere**
- 436** Jens Høyrup **A hypothetical history of Old Babylonian mathematics: places, passages, stages, development**
- 437** Jürgen Renn **Schrödinger and the Genesis of Wave Mechanics**
- 438** Pietro Daniel Omodeo **L'iter europeo del matematico e medico scozzese Duncan Liddel**
- 439** Irina Tupikova & Klaus Geus **The Circumference of the Earth and Ptolemy's World Map**
- 440** Pietro Daniel Omodeo und Jürgen Renn **Das Prinzip Kontingenz in der Naturwissenschaft der Renaissance**
- 441** Horst Kant und Jürgen Renn **Eine utopische Episode – Carl Friedrich von Weizsäcker in den Netzwerken der Max-Planck-Gesellschaft**
- 442** William G. Boltz and Matthias Schemmel **The Language of 'Knowledge' and 'Space' in the Later Mohist Canon** (TOPOI – Towards a Historical Epistemology of Space)

- 443** Stefano Bordoni **Looking for a Rational Thermodynamics in the late XIX century**
- 444** Sonja Brentjes and Jürgen Renn **The Arabic Transmission of Knowledge on the Balance**
- 445** Horst Nowacki **Archimedes and Ship Design**
- 446** Matthias Schemmel **Elements of a Historical Epistemology of Space** (TOPOI – Towards a Historical Epistemology of Space)
- 447** Martin Thiering and Wulf Schiefenhövel **Spatial Concepts in Non-Literate Societies: Language and Practice in Eipo and Dene Chipewyan** (TOPOI – Towards a Historical Epistemology of Space)
- 448** Jürgen Renn **Einstein as a Missionary of Science**
- 449** Hubert Laitko **Der Ambivalenzbegriff in Carl Friedrich von Weizsäckers Starnberger Institutskonzept**
- 450** Stefano Bordoni **When Historiography met Epistemology.** Duhem's early philosophy of science in context
- 451** Renate Wahsner **Tausch – Allgemeines – Ontologie oder Das Auseinanderlegen des Konkreten und seine Aufhebung**
- 452** Jens Høyrup **Algebra in Cuneiform.** Introduction to an Old Babylonian Geometrical Technique
- 453** Horst Nowacki **Zur Vorgeschichte des Schiffbauversuchswesens**
- 454** Klaus Geus and Mark Geller (eds.) **Esoteric Knowledge in Antiquity** (TOPOI – Dahlem Seminar for the History of Ancient Sciences Vol. II)
- 455** Carola Sachse **Grundlagenforschung. Zur Historisierung eines wissenschaftspolitischen Ordnungsprinzips am Beispiel der Max-Planck-Gesellschaft (1945–1970)**
- 456** David E. Rowe and Robert Schulmann **General Relativity in the Context of Weimar Culture**
- 457** F. Jamil Ragep **From Tūn to Turun: The Twists and Turns of the Tūsī-Couple**
- 458** Pietro Daniel Omodeo **Efemeridi e critica all'astrologia tra filosofia naturale ed etica: La contesa tra Benedetti e Altavilla nel tardo Rinascimento torinese**
- 459** Simone Mammola **Il problema della grandezza della terra e dell'acqua negli scritti di Alessandro Piccolomini, Antonio Berga e G. B. Benedetti e la progressiva dissoluzione della cosmologia delle sfere elementari nel secondo '500**
- 460** Stefano Bordoni **Unexpected Convergence between Science and Philosophy: A debate on determinism in France around 1880**
- 461** Angelo Baracca **Subalternity vs. Hegemony – Cuba's Unique Way of Overcoming Subalternity through the Development of Science**
- 462** Eric Hounshell & Daniel Midena **"Historicizing Big Data" Conference, MPIWG, October 31 – November 2, 2013** Report