

Zur Geschichte der Schätzung der lebenden Kräfte.

Von Dr. J. Bach in München.

(Fortsetzung.)¹⁾

IX. Die Gravitationslehre.

Die Schwere wird definirt als die Kraft, durch welche ein sich selbst überlassener Körper gegen die Oberfläche der Erde fällt²⁾; sie heisst todte Kraft, wenn ein Körper durch ein unüberwindliches Hinderniss zurückgehalten wird; dagegen lebende Kraft, wenn der Körper durch nichts zurückgehalten wird. Die Schwerkraft als passive Kraft wird von der Marquise Du Chatelet als ein Phänomen, eine Wirkung betrachtet, deren Ursache in den Elementen nur sehr ungenau nachgewiesen werden kann.³⁾ Die Experimente eines Galilei, dass alle Körper bei beseitigtem Hinderniss gleich schwer, dass sie im Fallen eine beschleunigte Bewegung annehmen usw., das alles wird nach den eigenen Worten des Autors angegeben.⁴⁾ Daraus werden die Fallgesetze der Körper entwickelt, der bestätigenden Experimente der beiden Jesuiten Riccioli und Grimaldi gedacht, wonach die verschiedenen Höhen sich wie die Quadrate der Zeiten der Fälle verhielten⁵⁾, was durch die Versuche mit dem frei schwingenden Pendel durch Galilei vorerst noch ungenau gelang, hat das sinnreiche Experiment des P. Sebastian über allen Zweifel erhoben.⁶⁾

Daraus ergeben sich sechs Hauptsätze als sichere Resultate der Entdeckung Galilei's über die Natur der Schwere.⁷⁾ Die Schwere ist somit die einzige Ursache des Gewichtes der Körper; sie wirkt jeden Augenblick auf die Körper, sie mögen in Ruhe oder in Bewegung sein.⁸⁾ Wir werden auf ganz anschauliche inductive Weise sozusagen Zeugen der fortlaufenden Versuche und fortgesetzt neuen Entdeckungen Newton's auf dem Gebiete der Messungen mittels des Pendels, deren wichtigste die ist, dass die Schwerkraft auf alle Körper in gleicher Weise wirkt, mag

¹⁾ Vgl. Jahrg. 1896 (9. Bd.) S. 411 ff.; 1898 (11. Bd.) S. 65 ff. — ²⁾ ch. 13. § 293. p. 255. — ³⁾ ch. 8. p. 156. — ⁴⁾ ch. 13. § 302. — ⁵⁾ Ib. § 311. — ⁶⁾ ch. 13. § 135. — ⁷⁾ ch. 13. § 315. — ⁸⁾ Ib. § 316.

ihr Volumen, ihre Form, ihr spezifisches Gewicht wie immer beschaffen sein.¹⁾ Das Gewicht der Körper ist das Product der Schwere durch die Masse.

Somit ist die Schwere die einzige Ursache der Bewegungen des Pendels.²⁾ Wir werden genau mit den Messungen eines Huyghens, Boyle, Derham über die Masse des Raumes und die Hindernisse der Luft informirt; die Versuche Mariotte's mit fallenden Körpern kennt die Marquise³⁾, sowie den Irrthum Frenicle's in seiner Berechnung des zurückgelegten Raumes.

Dass Newton zu der Entdeckung der Schwere durch die Verallgemeinerung der drei Kepler'schen Gesetze gekommen⁴⁾, dass eigentlich Kepler bereits den Grundgedanken der allgemeinen Gravitation der Körper in seiner Einleitung zu der Abhandlung über den Planeten Mars ausgesprochen habe, wird ausdrücklich hervorgehoben.⁵⁾ Auch Frenicle und Roberval werden neben Kepler genannt, um zu zeigen, dass die Entdeckung der Gravitation damals sozusagen in der Luft lag. Besonders die Messungen, welche 1732 Maupertuis in dieser Hinsicht anstellte, werden rühmend erwähnt.⁶⁾

Die Attraction wird als durch die exacten Experimente vollauf bestätigte Thatsache, somit als Ursache des Falles der Körper auf der Erde und der Bewegungen der übrigen Himmelskörper dargethan⁷⁾: trotzdem wird sie ausdrücklich im Gegensatze zu einigen Newtonianern nicht als ein Princip oder als Ursache, sondern selbst als ein Phänomen, mehr als eine Wirkung betrachtet.⁸⁾ Die Marquise folgt hier genau den Resultaten der Newton'schen Geometrie, deren mathematische Principien für sie unantastbar sind; sie verfällt jedoch nicht in den Fehler jener Schüler Newton's, namentlich eines Maupertuis, dass sie die Newton'sche Mathematik mit Physik verwechselt, wovor bekanntlich Newton selbst am eindringlichsten gewarnt hat.

Die Descartes'sche Wirbeltheorie, welche die Gravitation aus dem Druck des Aethers zu erklären versucht, verwirft sie aus dem einfachen mechanischen Grunde, weil diese Hypothese schnurstracks die von Galilei entdeckten Fallgesetze aufheben würde.⁹⁾ Nach ihr müssten die Körper, statt gegen den Mittelpunkt der Erde, senkrecht zu ihren Axen fallen. Näher steht sie der Hypothese eines Huyghens, welcher den gravitirenden Aether sich siebzehnmal schneller als die Erde bewegen lässt, wodurch der Widerspruch gegen die Progressionen Galilei's beseitigt würde.¹⁰⁾

Wir wüssten kaum eine einfachere und anschaulichere Methode, als die, welche die Marquise zur Entwicklung der Tangential- und Centri-

¹⁾ Ib. § 323. — ²⁾ § 328. — ³⁾ § 330. — ⁴⁾ ch. 15. § 339 sq. — ⁵⁾ ch. XVI. § 386. — ⁶⁾ § 392. — ⁷⁾ § 388. — ⁸⁾ ch. 16. § 395. — ⁹⁾ ch. 15. § 342. p. 289. — ¹⁰⁾ Ib. § 343.

fugalkraft der Körper aus der *vis inertiae* der Materie, somit der zusammengesetzten Bewegungen der Himmelskörper in den Bahnen der Ellipse aus der einfachen Bewegung der Schwerkraft anwendet.¹⁾

„Die Materie sucht durch ihre Trägheit allemal ihren gegenwärtigen Zustand zu erhalten. Deswegen sucht ein jeder in dem Kreise bewegter Körper durch die Tangente, das ist durch eine jede der unendlich kleinen geraden Linien, die er jeden Augenblick durchläuft, auszuweichen. Dieses Streben des Körpers heisst Centrifugalkraft. Daher könnte sich kein Körper in einem Kreise bewegen, wenn nicht eine gewisse Kraft seine Richtung jeden Augenblick änderte und ihn nöthigte, eine krumme Linie zu beschreiben. Die krummlinige Bewegung ist also jederzeit eine zusammengesetzte Bewegung. Nun weiss man aber, dass sich alle Planeten um die Sonne in krummen Linien bewegen. Also müssen nothwendig zwei Kräfte auf sie wirken und sie in ihrem Laufe richten, deren eine ihre geradlinige Bewegung verursacht, die andere sie davon beständig abzieht.“²⁾

Die Himmelskörper würden fortan nach der Tangente von ihrer Bahn ausweichen, nämlich in der gradlinigen Wurfbewegung bleiben.

Newton hat nun auf Grund der Kepler'schen Gesetze jene Kraft entdeckt, welche die Körper jeden Augenblick von der geraden Wurfbewegung abzieht und sie zwingt, eine krumme Linie zu beschreiben und sich um einen Mittelpunkt zu bewegen. Aus den Kepler'schen Gesetzen hat Newton³⁾ die beiden geometrischen Beweise erbracht:

1) Dass, wenn ein bewegter Körper gegen einen beweglichen oder unbeweglichen Mittelpunkt gezogen wird, er um denselben einen Raumesinhalt beschreibt, der proportional der Zeit ist. Ferner: Wenn ein Körper um einen Punkt einen der Zeit proportionirten Raumesinhalt beschreibt, eine Kraft vorhanden ist, die ihn gegen diesen Mittelpunkt treibt.

2) Dass, wenn ein Körper, welcher sich um einen Mittelpunkt bewegt, der ihn anzieht, seinen Umlauf in einer zu der Quadratwurzel des Würfels seiner mittleren Weite von diesem Punkte proportionirten Zeit vollendet, die Kraft, welche ihn anzieht, abnimmt wie das Quadrat seiner Weite von dem Mittelpunkte, gegen welchen er gezogen wird.

Das erste Kepler'sche Gesetz d. h. die Proportionalität des Raumesinhaltes und der Zeit, war Veranlassung die Centripetalkraft (*vis centripeta*) zu entdecken; das zweite von dem Verhältniss der Zeit des Umlaufes der Planeten zu ihrer Weite vom Mittelpunkte liess ihn das Gesetz erkennen, nach dem sich diese Kraft richtet.

Es dürfte schwer sein, eine Physik der Gegenwart zu nennen, welche in gleicher Weise erschöpfend und kurz die Grundgedanken der Newton'schen »*Principia*« erörtert. So z. B. Newton's Anwendung des zweiten Kepler'schen Gesetzes auf die Bewegungen des Mondes.

Die Verfasserin⁴⁾ ist sichtlich erfasst von der Grossartigkeit der Speculation, welche sich an den Grundgedanken der Newton'schen Gravi-

¹⁾ § 345. — ²⁾ § 345. — ³⁾ ch. 15. § 348. — ⁴⁾ ch. XVI. § 388 sq.

tation knüpfen, sobald dieselbe im Sinne Roberval's als eine dem Stoffe und den Körpern immanente Kraft (*vis quaedam corporibus insita*) betrachtet wird. Man kann bei diesen Newtonianern der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts bereits die Grundgedanken der Kant'schen Physik finden, welche der Königsberger Philosoph der Newton'schen Mathematik aufgepfropft und als »Verbesserung« beigegeben hat.¹⁾

»So viel ist gewiss, dass, wenn man den Newtonianern zugibt, dass die Attraction durch alle Theile der Materie ausgebreitet ist, sie dadurch die astronomischen Erscheinungen, den Fall der Körper, die Ebbe und die Fluth erklären, dieselbe auf die Wirkungen des Lichtes, die Cohäsion der Körper, die chemischen Wirkungen geistreich anwenden; dass fast alle Wirkungen der Natur eine Folge der Kraft werden, die man durch die ganze Materie vertheilt annimmt. So bewegen sich in diesem System die Erde und der Mond um die Sonne, weil die Sonne sie beide anzieht; weil aber die Erde mehr Masse als der Mond hat und diesem Planeten näher ist als die Sonne, so zwingt sie den Mond, sich um sie zu bewegen, indem ihre Anziehung stärker ist. Die Ungleichheiten in dem Mondlaufe sind eine handgreifliche Folge, dass die Sonne und die Erde den Mond anziehen. Wenn wir diese Darstellung des Newton'schen Systems mit der eines Voltaire vergleichen, so müssen wir die sonst gut geschriebenen »*Éléments de Philosophie de Newton*« ebenso als die »*Défense du Newtonianisme*« als tief unter den »*Institutions*« der Marquise stehend bezeichnen.

So sehr sie für Newton begeistert ist, so warnt sie vor voreiligen Speculationen, so z. B. vor der Anwendung der Gravitation auf die Gebiete der Chemie, der Optik.²⁾

Sie protestirt gegen die Art der Philosophen, welche den Knoten, den sie nicht aufzulösen imstande sind, einfach zerhauen, gerade weil sie die Lösung derartiger Probleme für die Zukunft als offene Fragen erhalten wissen will. So z. B. möchte sie die Ableitung der Electricität des Magnetismus aus dem Fluidum des bewegten Aethers nicht abweisen³⁾, unter der Voraussetzung, dass wir einmal eine allseitige Kenntniss der bewegten Materie besitzen.

Sie entscheidet sich deshalb selbst, die Attraction, statt als Welt-princip, vielmehr selbst als ein Phänomen, als eine Wirkung einer noch zu suchenden Ursache zu betrachten.⁴⁾ Sobald man nämlich dieselbe als eine der Materie immanente Eigenschaft betrachtet, kommt man mit dem Gesetz der Causalität in Widerspruch. Damit ist sie offenbar der Idee Newton's sehr nahe gerückt, dass nämlich das Suchen nach einer mechanischen Erklärung der Gravitationsphänomene wirklich die höchste der Aufgaben der Physik ist; dass ebenso die Möglichkeit des Findens

¹⁾ ch. 16. § 389. — ²⁾ § 389. — ³⁾ § 180. p. 195. Dies. Gedanken ch. 16 § 399. — ⁴⁾ § 397.

nicht in Abrede gestellt werden kann. So viel steht einem Newton fest, dass die Gravitation einen activen Hintergrund haben müsse. Ob derselbe ein materieller oder nicht materieller sei, darüber spricht sich ein Newton nicht aus. Von dem Standpunkte seiner empiristischen Fassung der Materie als eines todten Elementes muss er sich damit begnügen.¹⁾

Die dynamistische Fassung der letzten Elemente als Kraftpunkte, welche in sich kraft schöpferischer Mitgift das Vermögen tragen, Ursachen von bestimmten Bewegungen zu werden, dieser echt Leibniz'sche Grundgedanke wäre geeignet, wenigstens ein neuer Impuls für den streng — auf mechanischem Wege — forschenden Geist zu werden.

Auf dieser Bahn geht die Schülerin des Meisters weiter.

Wenn in neuerer Zeit ein William Thomson, ein Maxwell, ein Helmholtz die Hypothese der Newtonianer — wohlgermerkt nicht Newton's, — von Kräften, welche durch den leeren Raum in die Ferne wirken (die *actio in distans*), als widersinnig und als Phantom bezeichnen, wenn ein Faraday sein ganzes mühevolltes Forschen der Widerlegung dieses Phantoms widmet²⁾, so scheinen diese Forscher der Leibniz'schen Fassung der letzten Elemente der Materie — sagen wir des Aethers — näher zu sein, als dem entgegengesetzten empiristischen Atomismus, welcher diese Elemente als todte fasst. Dabei ist die Marquise gleich fern von Speculationen, welche den Experimenten nicht stand halten. Sie hat, wie sie sich einmal gegenüber Friedrich II. äussert³⁾, eine gewisse Abneigung gegen das gewöhnliche Hilfsmittel, die todten Atome zu lebenden (bezw. Ursachen) zu machen — worauf bekanntlich Kant ein ganzes System von Naturphilosophie aufbaut — nämlich die Elasticität, von der sie sarkastisch bemerkt, dass sie zur mechanischen Erklärung der Gravitation nicht ausreiche und trotz aller Bemühungen zu einer transcendenten Causalität der Welt führe. Mit der blösen Annahme einer der Materie immanenten Attraction im Sinne der Engländer, eines Robert Boyle und Reill komme man höchstens zu einem Sprunge in der Schlussfolgerung.⁴⁾

„Wenn dieser Schluss gültig sein sollte, fügt sie bei, so müsste man alle Arten kennen, wie die Materie bewegt werden kann, und alle Wirkungen, die aus den verschiedenen Bewegungen entstehen können. Allein blos die Versuche mit der Elektrizität zeigen uns zur Genüge, wie weit wir von dieser Erkenntniss noch entfernt sind, welche noch dazu vielleicht die Natur unseres Geistes übersteigt. Diese Versuche legen uns klar vor Augen, was für eigenartige Wirkungen durch diese feinen Materien hervorgebracht werden können, obwohl wir gleich

¹⁾ Newton, Gravity must be caused by an agent acting constantly according to certain laws; but whether this agent be material or immaterial, I have left to the consideration of my readers. — ²⁾ Vgl. Isenkrahe, Isaak Newton und die Gegner seiner Gravitationstheorie. Crefeld 1878. S. 5. — ³⁾ Frédéric II. opp. T. XVII. p. 21. — ⁴⁾ Institutions, ch. 16. p. 399.

nicht imstande sind, die Art und Weise zu erklären, wie sie zu diesen Wirkungen gelangen“ usw.

Daraus wird sich gleichwohl kaum ein Philosoph für berechtigt erachten, zu behaupten, dass die Phänomene der Elektrizität niemals sich mechanisch erklären lassen werden.

Die Erörterungen über die Art und Weise, nach welcher Galilei auf der schiefen Ebene die Fallgesetze schwerer Körper überhaupt entdeckte, zeugen von seiner gründlichen Kenntniss der Mechanik.¹⁾ Desgleichen die Theorie der Pendelbewegungen, durch welche derselbe zuerst das Gesetz der Schwere bestimmte, welche dann durch Newton zur Entdeckung der Allgemeingiltigkeit dieses Gesetzes, der Gravitation verwendet und endlich durch Huyghens als Einheitsmaas der Zeit, somit als Zeitmesser in die Uhren eingeführt wurde. Die Marquise kennt den Picard'schen Versuch, das Secundenpendel von Paris zum Zeitmesser für alle Länder zu machen.²⁾

Diesem Versuche liegt der theoretisch richtige Gedanke eines Huyghens zu grunde, dass die Schwere an allen Orten die gleiche sein müsse, somit auch die Länge des Secundenpendels allwärts die gleiche sein müsste. Die Vf. zeigt, wie dieser an sich, rein geometrisch betrachtet, richtige Gedanke in der praktischen Verwerthung in der Physik unbrauchbar ist, einfach deshalb, weil die Beobachtungen gezeigt haben, dass die Wirkung der Schwere unter verschiedenen Himmelsgegenden bzw. Höhen verschieden sei, dass man den Perpendikel in den Polargegenden verlängern und gegen den Aequator zu verkürzen müsse, damit er seine Schwingungen in gleicher Zeit vollführe.³⁾ Demgemäss kann das von Huyghens vorgeschlagene Maas nicht an allen Orten der Erde allgemein giltig sein, sondern lediglich in den unter gleicher Breite wie Paris liegenden Ländern.

X. Der Raum.

Die beiden Hauptprobleme der Physik, das des Raumes und der Zeit, hängen somit auf's engste mit dem Probleme der Materie und der Gravitation zusammen.

Wir berühren diese beiden Punkte erst jetzt, im Gegensatz zu der Anordnung der Verfasserin⁴⁾, weil wir erst jetzt imstande sind, den grossen Gegensatz zwischen der Anschauung eines Newton und eines Leibniz über diese Fragen zu würdigen.

Wir haben gesehen, wie eingehend die Uebersetzerin der »Principia« Newton's die Forschungen desselben würdigt. Gleichwohl stellt sie sich in der Lehre vom Raume als Gegnerin der empiristischen Raum-

¹⁾ Instit., ch. 17. p. 420. 424. 427 sq. — ²⁾ p. 477 sq. — ³⁾ p. 479. — ⁴⁾ Dieselben sind in den „Institutions“ cap. 5 u. 6 behandelt.

theorie Newton's auf die Seite eines Leibniz, des Gegners der *actio in distans* und des leeren Raumes.

Wir müssen hier kurz an das erinnern, was die Marquise über den Unterschied der rein abstracten geometrischen Theorie des Körpers, der Ausdehnung, der Theilbarkeit der Körper von der physischen Ausdehnung und Theilbarkeit sagt.¹⁾

Die meisten Philosophen — bemerkt sie — haben die Abstractionen unseres Verstandes, die reine Geometrie, den rein geometrischen Raum usw. mit dem natürlichen (physikalischen) Körper, dem physikalischen Raum verwechselt, und die unendliche Theilbarkeit der Materie aus den Gedanken von der Theilbarkeit der Linie, die man in's unendliche fortsetzt, darthun wollen. Sie hätten sich alle Schwierigkeiten, in welche diese Theilbarkeit sie verwickelte, ersparen können, wenn sie sich nur befiessen hätten, niemals auf den physikalischen Körper (Raum) das anzuwenden, was man von der Theilbarkeit des geometrischen Körpers weiss.²⁾

Der rein geometrische Körper — fährt sie fort — ist die blose (abstract gedachte) Ausdehnung, hat somit keine bestimmten, actuellen Theile, enthält lediglich mögliche Theile, welche man, so oft man will, in's unendliche vermehren kann. Denn der Begriff der Ausdehnung enthält coëxistirende und geeinigte Theile; die Zahl dieser Theile ist absolut unbestimmt und hat mit dem Begriffe der Ausdehnung nichts zu thun („n'entre point dans la notion de l'étendue“). Ohne also der Ausdehnung Eintrag zu thun, kann man die Zahl der Theile nehmen wie man will. . . , bezw. die Bestimmung der Maaseinheit, welche ja eine beliebige Summe sein kann, liegt in dem Willen dessen, der diese Ausdehnung betrachtet oder misst.

Hier liegt der Unterschied der abstract mathematischen Theilung, d. h. des rein logischen Actes, der in's unendliche wiederholbar ist, von dem psychischen Acte bezw. der Verwirklichung oder Anwendung des Geistesactes auf physische Concreta, auf den empirisch concreten Körper, den physischen Raum usw.³⁾

„Jede abstracte und geometrische Ausdehnung kann somit durch jegliche Zahl ausgedrückt werden, dagegen das actuell Existirende (der concrete Körper, Raum) muss in jeder Hinsicht bestimmt sein, und es liegt nicht in unserer Gewalt, es anders zu bestimmen.“

Eine Uhr z. B. hat ihre Theile (als Ganzes betrachtet). Man kann nun nicht sagen, die Uhr hat zehn, hundert, eine Million Theile; denn als concret Ganzes hat sie nur eine bestimmt zählbare, begrenzte endliche Zahl Theile. So verhält sich's mit allen physikalischen Körpern. Diese alle sind Maschinen, welche bestimmte, begrenzte Summen von Theilen haben, die man nicht mit jeder Zahl ausdrücken darf.

Aus der Confusion der rein geometrischen Ausdehnung mit der physisch-concreten Ausdehnung wurden die Sophismen eines Zeno, wie das von dem Schnellläufer Achill, der die langsam kriechende Schildkröte nie einholen kann —, ferner das Sophisma vom fliegenden Pfeil, der

¹⁾ ch. 9. p. 168 ff. — ²⁾ Ib. p. 169. — ³⁾ cf. p. 170. 182.

auf jedem Punkte seiner Flugbahn ruht, usw. gebildet. Hier liegt immer die Doppeldeutigkeit der actuell physischen und der rein abstract geometrischen Ausdehnung im Hintergrunde¹⁾; ferner der falschen Voraussetzung, dass die physische Ausdehnung stets bis in's unendliche von ausgedehnten Theilen zusammengesetzt ist. Das Princip der Causalität zerstört diese falschen und so scheinbaren Beweise, welche gegen die Möglichkeit der Bewegung — gegen die ganze Physik gerichtet sind. Durch dieses Princip lässt sich nachweisen, dass die physische Ausdehnung zuletzt aus einfachen Elementen besteht, dass somit deren mögliche Theilung ihre reellen Grenzen hat. . . . Denn die Summe jeglicher unendlichen geometrischen Progression ist endlich; und dies, weil Unendlich-sein oder Sich-in's-unendliche-ausdehnen zwei ganz verschiedene Dinge sind. („Parce qu' être infini ou s' étendre à l' infini sont deux choses très-différentes.“)

Ein jegliches Endliches, z. B. ein Fuss, besteht aus etwas Endlichem und etwas Unendlichem. Er ist endlich, weil er nur eine gewisse Anzahl einfacher Dinge in sich enthält. Ich kann aber auch annehmen, er sei in unendliche oder vielmehr in eine nicht bestimmte Quantität von Theilen getheilt, indem ich diesen Fuss wie eine abstracte Ausdehnung betrachte. („Mais je puis le supposer divisé en une infinité ou plutôt en une quantité non finie de parties, en considérant ce pied comme une étendue abstraite.“) Denn wenn ich zuerst die Hälfte des Fusses, nachher die Hälfte dieser Hälfte oder ein Viertel, ferner die Hälfte dieses Viertels oder ein Achtel in Gedanken nehme, so kann ich in Gedanken unendlich fortfahren und immer neue abnehmende Hälften erdenken, welche zusammen niemals mehr als den (concreten) Fuss ausmachen. Dadurch wird dieser Fuss ein geometrischer Körper; denn von allen seinen Eigenschaften habe ich in meinen Gedanken nur die Ausdehnung behalten, an der ich meine Theilung in Gedanken geübt habe. Die unendliche Theilbarkeit der Ausdehnung ist also zugleich eine geometrische Wahrheit und ein physikalischer Irrthum. („Ainsi la divisibilité de l' étendue à l' infini est en même temps une vérité géométrique et une erreur physique.“) Also lassen sich alle Schlüsse auf die Theilbarkeit der Materie, die man von der Natur der Asymptoten, von der Incommensurabilität der Diagonale des Quadrates, von den unendlichen Reihen und anderen geometrischen Betrachtungen hernimmt, auf die natürlichen Körper schlechterdings nicht anwenden. . . . In der Physik muss man nur wirkliche (concrete) Theile annehmen, deren Dasein durch die Erfahrung oder durch unbestreitbare Schlüsse erwiesen werden kann.²⁾

Nicht blos die Anwendung der geometrischen Schlüsse auf die natürlichen Körper allein hat die Philosophen auf den Gedanken von der un-

¹⁾ ch. 9. p. 171. — ²⁾ § 171. p. 185.

endlichen Theilbarkeit der Materie gebracht, sondern es lief auch eine Sinnestäuschung mit unter. Denn man sieht, dass, so weit man auch seine Theilungen hinaustreiben könne, dennoch immer Ausdehnung bleibe. Man ist also natürlicherweise geneigt, zu glauben, dass, wenn man mit der Theilung bis in's unendliche fortgehen könnte, noch immer etwas zu theilen übrig bliebe. Hierdurch geräth man nothwendig in das Labyrinth der Zusammensetzung und der unendlichen Theilung des Zusammengesetzten, in dem man so wenig auf das Ende der Theilung als auf den Anfang der Zusammensetzung kommen kann.¹⁾

Die weiteren Erörterungen über die logische Unmöglichkeit der empiristischen Atome Epikur's und Gassendi's [auch Newton's]²⁾ berühren wir hier nicht. Die Marquise weiss, dass bei aller Wichtigkeit dieser Frage für die Metaphysik, für die Physik nicht so viel an den Principien gelegen ist.³⁾

Auf was es uns zunächst ankommt, ist der Punkt, dass die folgende Theorie des Raumes richtig verstanden wird.⁴⁾ Wir werden hier zunächst wohl den Raum im Sinne der Geometrie, nicht im Sinne der Physik vor uns haben. Auch hier werden wir zuerst inductiv mit dem Stand der Frage über den Raum vertraut gemacht.⁵⁾

(Schluss folgt.)

1) § 172. — 2) § 178. — 3) § 183. — 4) Instit. ch. 5. § 72. — 5) § 73 ff.