IX.

Der Einfluss Demokrit's auf Galilei.

Von

Dr. **Löwenheim** in Berlin.

Die Auffassung der Geschichte der neueren Philosophie hat in der letzten Zeit dadurch einen wesentlich anderen Character gewonnen, dass man an die Spitze derselben nicht mehr Baco oder Cartesius, sondern Galilei stellt, der nicht nur als Naturforscher, sondern auch als Philosoph Epoche machend gewirkt hat. Der Erste, der meines Wissens diese neue Auffassung vertreten hat, ist Tönnies, der bereits im Jahre 1879 schrieb:¹⁾ „Die traditionelle Historiographie der Philosophie hat Galilei unter den Tisch geschoben. Ein künftiger Geschichtsschreiber dieser Historiographie mag untersuchen weshalb.“ In ähnlicher Weise sprach sich Natorp einige Jahre später folgendermaassen aus:²⁾ „Am Ende ist nicht derjenige der Philosoph, der überkommene Anschauungen für den Schulgebrauch in ein bequemes System bringt, sondern der, welcher die entscheidenden, zu seiner Zeit oder überhaupt neuen Gedanken selbständig concipirt und mit dem Bewusstsein ihrer Bedeutung ausspricht. Dies hat Galilei hinsichtlich der Grundzüge derjenigen Naturansicht, welche bis heute ihre Geltung unerschüttert behauptet, in Bahn brechender Weise getan, obwohl er den Nachfolgenden noch Manches zur Vollendung des mächtigen Baues zu tun übrig gelassen hat. Und so wird man ihm denn einen Platz unter den

¹⁾ Tönnies, Anmerkungen über die Philosophie des Hobbes; Vierteljahrschrift für wissenschaftliche Philosophie III. Leipzig 1879, p. 455.

²⁾ Natorp, Galilei als Philosoph; philosophische Monatshefte XVIII, Heidelberg 1882, p. 224.

Gründern der neuern Philosophie nicht länger verweigern dürfen.“ Wenn aber Galilei eine solche Bedeutung zukommt, so muss es von höchstem Interesse sein, etwas von dem Entwicklungsgang dieses merkwürdigen Mannes zu erfahren. Denn die Frage nach dem Entwicklungsgange Galilei's ist gleichbedeutend mit der Frage nach dem Ursprung unsrer modernen Kultur. Während aber über den Entwicklungsgang Kant's fast jedes Jahr neue Bücher erscheinen sieht, ist über den Entwicklungsgang Galilei's bisher nur sehr wenig geschrieben; und das reiche Material, welches Männer wie Alberi und Favaro zur Aufklärung dieses Gegenstandes herbeigeschafft haben, ist bisher noch wenig benutzt worden. Um diese Lücke auszufüllen, habe ich mich seit einer Reihe von Jahren mit dem Entwicklungsgango Galilei's beschäftigt und werde die Früchte dieser Studien in einem grösseren dreibändigen Werke niederlegen, möchte mir aber erlauben, hier vorläufig die wichtigsten Resultate, zu denen ich gelangt bin, mitzuteilen.

Allgemein bekannt ist, dass Galilei seine Laufbahn mit der Opposition gegen Aristoteles begann, der damals, wenn auch nicht mehr so unwidersprochen wie ein Jahrhundert früher, noch allgemein als unfehlbare Autorität galt. Da man nun früher die Auffassung hatte, dass Aristoteles die ganze vorangegangene Wissenschaft der Griechen zusammen gefasst habe, und daher den Aristoteles als den eigentlichen Repräsentanten der griechischen Wissenschaft ansah, so betrachtete man Galilei's Lossagung von Aristoteles als eine Lossagung von der griechischen Wissenschaft. Diese Ansicht von der Bedeutung des Aristoteles muss aber heute als veraltet gelten. Es hat sich jetzt weiter Kreise die Anschauung bemächtigt, dass in der griechischen Wissenschaft zwei einander entgegengesetzte Richtungen vorhanden waren, wovon die eine durch Demokrit, die andere durch Plato und Aristoteles vertreten ward; ja, diese neue und, wie mir scheint, richtigere Auffassung der griechischen Philosophie hat sogar schon in einem Lehrbuch ihren Ausdruck gefunden⁵⁾. Es liegt demnach der Gedanke nahe,

⁵⁾ Windelband, Geschichte der griechischen Philosophie; Iwan Müller, Handbuch der klassischen Alterthumswissenschaft V, 1.

dass Galilei's Lossagung von Aristoteles nur eine Opposition gegen die eine Richtung der griechischen Wissenschaft und eine Anlehnung an die andere Richtung derselben bedeutet. Eine genauere Vergleichung der Ansichten Demokrit's und Galilei's ergibt in der Tat in vielen wichtigen Punkten eine merkwürdige Uebereinstimmung. Dies hat bereits Natorp richtig erkannt, der sich darüber folgendermassen ausspricht⁴⁾: „Mit keiner früheren Philosophie hat Galilei's Denkart entschiedenere Verwandtschaft als mit derjenigen Demokrit's; daher es denn auch nicht zu verwundern ist, dass seine Weltansicht inhaltlich mit der des Abderiten in so vielen wichtigen Zügen zusammentrifft.“ Gleichwohl glaubt Natorp jeden Einfluss Demokrit's auf Galilei entschieden in Abrede stellen zu müssen. Denn in demselben Artikel Natorp's heisst es⁵⁾: „Es ist wahr, dass die Zeit auf die Erneuerung der Demokritischen Denkweise hindrängte. Schon war Lucrez in Aller Händen; und noch zu Lebzeiten Galilei's versuchte Gassendi die Wiederherstellung der Lehre Epikur's, der ja seine Naturphilosophie wesentlich von Demokrit entlehnte. Aber ganz verschieden von solcher Restauration vergessener Systeme war die Leistung Galilei's, der dieselben grossen Grundanschauungen mit weit haltbarerer Begründung und bestimmterer Ausprägung der einzelnen Züge nicht aus einer halbverschollenen Tradition hervorholte, sondern wesentlich aus den Forschungen seiner Zeit, vor Allem aber aus seinen eigenen Grundlegenden Entdeckungen selbständig gewann.“ Fragen wir, wie Natorp die Ansicht, dass Galilei von Demokrit nicht beeinflusst worden ist, begründet, so erhalten wir die Antwort, dass er dafür nur ein einziges Argument anführt, das aber entscheidend zu sein scheint. Dasselbe besteht nämlich darin, dass Galilei selbst auf den Vorwurf, dass er ein Schüler Demokrit's und Epikur's sei, antwortete, dass er Demokrit und Epikur garnicht kenne⁶⁾. Auf die Autorität Natorp's hin ist dies allgemein geglaubt worden; und

⁴⁾ Natorp a. a. O. p. 213.

⁵⁾ Natorp a. a. O. p. 213—214.

⁶⁾ Natorp a. a. O. p. 214. Anmerkung.

so lesen wir bei Ueberweg-Heinze⁷⁾: „Ohne Demokrit, wie er selbst versichert, gekannt zu haben, gelangte er (Galilei) zu einer ähnlichen Weltanschauung wie dieser.“ Wenn wir aber in den Werken Galilei's die von Natorp angezogenen Stellen nachschlagen, so findet sich, dass Galilei hier nur sagt, dass er Epikur nicht kennt. Wenn ihm aber vorgeworfen war, dass er ein Schüler Demokrit's und Epikur's sei, und er darauf nur erwidert, dass er Epikur nicht kennt, so giebt er damit indirekt zu, dass er Demokrit sehr wohl kennt. In der That konnte er dies auch nicht in Abrede stellen, da er in der damals bereits erschienenen Abhandlung über die schwimmenden Körper nicht nur Demokrit wiederholt erwähnt, sondern denselben an einer Stelle auch ausdrücklich über Aristoteles gestellt hatte, wodurch sich eben der erwähnte Vorwurf erklärt. Die interessante Stelle lautet folgendermassen⁸⁾: „Ihn (Demokrit) damit zu bekämpfen, dass man sagt, dass, wenn die aufsteigenden warmen Körper diejenigen wären, welche die feinen Platten in die Höhe heben, ein solcher fester Körper noch weit mehr in der Luft gestossen und in die Höhe gehoben werden müsste, das zeigt bei Aristoteles den Wunsch, Demokrit zu Boden zu schlagen, der ihm hinsichtlich der Feinheit des gediegenen Philosophirens überlegen ist.“ Diese Stellung Galilei's zu Demokrit ist durch eine vor einigen Jahren aufgefundene Jugendschrift Galilei's bestätigt worden, in welcher es folgendermassen heisst⁹⁾: „Ueber das Leichte haben wir bis jetzt kein Wort gesagt, sondern nur über das Schwere und weniger Schwere; deswegen haben wir hier Veranlassung zu untersuchen, ob dies von uns mit Recht oder mit Unrecht geschehen ist. Wenn also Aristoteles und die übrigen Philosophen damit zufrieden wären, als leicht das anzunehmen, was wir weniger schwer nennen, so würden auch wir keine Beschwerde dabei finden, diese Benennung „leicht“ zuzu-

⁷⁾ Ueberweg, Grundriss der Geschichte der Philosophie, bearbeitet von Heinze, 3. Band, 7. Auflage, Berlin 1888, p. 40.

⁸⁾ Opere di Galileo Galilei, herausgegeben von Alberi, Florenz 1842—1856, XII p. 88.

⁹⁾ Favaro, Alcuni scritti inediti di Galileo Galilei, Roma 1884, p. 55.

lassen. Aber da sie wollten, dass es auch einen gewissen leichten Körper geben soll, der dies schlechthin wäre und jeder Schwere entbehrte, so haben wir versucht, diese Ansicht, die wir als geradezu scheusslich verabscheuen, auf jede Weise und von Grund aus bis auf das tz auszurotten. Deswegen werden wir hinsichtlich dieser Meinung der Alten, welche Aristoteles vergebens im vierten Buch seiner Schrift über das Himmelsgebäude zu widerlegen sucht, das von Aristoteles Zurückgewiesene behaupten, das von ihm Behauptete aber zurückweisen und in dieser Weise seine an diesem Orte folgenden Zurückweisungen und Behauptungen einer Kritik unterwerfen.“

Aus dem vor Kurzem erschienenen ersten Bande der neuen von Favaro veranstalteten Ausgabe von Galilei's Werken ergibt sich, dass Galilei im ersten Stadium seiner wissenschaftlichen Entwicklung ganz ausserordentlich für Archimedes schwärmte. Es erwächst somit das Problem, zu erklären, wie Galilei durch seine Beschäftigung mit Archimedes auf Demokrit hingewiesen werden konnte, den er in der Folge so hoch stellt, dass er entschieden Demokrit's Partei gegen Aristoteles ergreift. Ich glaube dieses Problem folgendermaassen lösen zu können. Demokrit lehrte, dass alle Körper schwer sind und dass das Aufsteigen mancher Körper wie des Feuers, welches das ganze Altertum für einen eigenen Körper hielt, sich dadurch erklärt, dass die weniger schweren Atome von den schwereren in die Höhe getrieben werden. Dies ergibt sich deutlich aus folgender Stelle des Simplicius¹⁰): „Die Anhänger Demokrit's und später Epikur behaupten, dass alle Atome gleichartig, und zwar schwer seien; dadurch aber, dass gewisse von ihnen schwerer seien, sanken diese nieder; und die leichteren würden von ihnen gestossen und so in die Höhe getrieben; und so, sagen sie, scheine es, als ob die einen leicht, die andren schwer seien.“ Aristoteles setzte dieser Lehre die Behauptung entgegen, dass es schlechthin leichte und schlechthin schwere Körper giebt und dass die natürliche Bewegung der ersteren nach oben, der letzteren nach unten

¹⁰) Simplicius zu de coelo p. 254 b (Ritter und Preller, historia philosophiae Graecae § 149 Be.)

gerichtet ist. Eine Consequenz dieses verschiedenen Standpunktes war es, dass die aufsteigenden Körper nach Demokrit um so schneller, nach Aristoteles dagegen um so langsamer in die Höhe steigen, je grösser das specifische Gewicht des Mediums ist, durch welches das Aufsteigen geschieht; denn nach Demokrit liegt beim Aufsteigen die treibende Kraft in dem Medium, durch welches der Körper aufsteigt, während nach Aristoteles die treibende Kraft in dem aufsteigenden Körper selbst liegt und das Medium dem Aufsteigen einen Widerstand entgegensetzt, der natürlich um so grösser sein muss, je dichter das Medium ist. Nun lautet bekanntlich das Archimedische Princip, dass ein fester Körper in einem flüssigen Medium so viel an Gewicht verliert, wie das Gewicht der verdrängten Flüssigkeit beträgt, dass er also um so mehr an Gewicht verliert d. h. um so schneller aufsteigt, je grösser das spezifische Gewicht des flüssigen Mediums ist. Galilei fand daher, dass das System Demokrit's auf's Beste mit den Theorien des Archimedes stimmt, das System des Aristoteles dagegen denselben diametral entgegengesetzt ist. Und so ward aus dem Schüler des Archimedes ein Schüler Demokrit's.

Nun lehrte aber Demokrit weiter, dass im leeren Raum alle Körper gleich schnell fallen. Denn das müssen wir trotz der entgegenstehenden Behauptung Zeller's aus folgender Stelle des Theophrast schliessen¹¹⁾: „Vom Warmen und Kalten ist es wahrscheinlich, dass sie eine gewisse Natur haben; wenn aber von diesen, so auch von den anderen Dingen. Nun aber nimmt er (Demokrit) zwar vom Harten und Weichen und vom Schweren und Leichten, von denen man doch, wie es scheint, ebenso gut sagen könnte, dass sie nur in Bezug auf uns existieren, an, dass sie eine gewisse Existenz hätten, vom Warmen und Kalten aber und den andern Dingen nicht. Und doch müssen, wenn man das Schwere und Leichte nach der Grösse unterscheidet, notwendig alle einfachen Körper denselben Antrieb der Bewegung haben, so dass sie aus demselben Stoff und von derselben Natur sein dürften.“ Demokrit unterschied bekanntlich das

¹¹⁾ Theophrast de sensibus 71.

Schwere und Leichte nach der Grösse; und daraus folgt nach Theophrast notwendig, dass alle Atome sich hinsichtlich der durch Schwere oder Leichtigkeit hervorgerufenen Bewegung gleich verhalten. Aristoteles setzte dieser Theorie die Behauptung entgegen, dass es einen leeren Raum überhaupt nicht giebt und dass im luftgefüllten Raum die Fallgeschwindigkeit der Körper ihrem Gewichte proportional ist, so dass also verschieden grosse Körper aus demselben Stoff um so schneller fallen sollen, je grösser sie sind. Galilei überzeugte sich zunächst durch folgende einfache Betrachtung davon, dass hinsichtlich der aus demselben Stoff bestehenden Körper Demokrit Recht und Aristoteles Unrecht habe. Wenn zwei in jeder Beziehung gleiche Körper zu derselben Zeit von derselben Höhe aus zu fallen beginnen, so werden sie zu derselben Zeit am Boden ankommen. Dies kann sich auch nicht ändern, wenn beide Körper zu einem einzigen verbunden sind. Zwei Körper aus demselben Stoff, von denen der eine doppelt so gross ist wie der andere, müssen also gleich schnell fallen. Und dasselbe wird gelten, wenn der eine Körper dreimal, viermal u. s. w. so gross ist wie der andere. Galilei lehrte also, dass alle Körper von demselben spezifischen Gewicht gleich schnell fallen. Dass er sich sehr wohl bewusst war, sich dabei in Uebereinstimmung mit den griechischen Atomisten zu befinden, ersehen wir aus folgender Stelle einer seiner Jugendschriften¹²⁾: „Es ist also nicht wahr, dass ein grosser Körper sich schneller bewegt als ein kleiner, wenn sie von demselben Stoffe sind, was Aristoteles in dem ganzen Verlauf des vierten Buches seiner Schrift über das Himmelsgebäude gegen die Alten als bekannt voraus setzt.“

Während also Galilei schon sehr früh lehrte, dass alle Körper von demselben spezifischen Gewicht gleich schnell fallen, hielt er lange Zeit an der Behauptung fest, dass Körper von verschiedenem spezifischem Gewicht mit verschiedener Geschwindigkeit fallen. Dass er diese Behauptung endlich aufgab, wurde wiederum dadurch bewirkt, dass er sich um einen weiteren Schritt Demokrit näherte. Schon in der eben erwähnten Jugendschrift finden wir

¹²⁾ Opere XI p. 49—50.

folgende Stelle¹³⁾: „Ich wüsste keine andere Ursache (für eine solche Ordnung, dass das Schwere unten und das Leichte oben ist) anzugeben, als dass die Dinge in irgend eine Ordnung zu bringen waren, es der Natur aber gefiel, sie in diese Ordnung zu bringen, wenn wir nicht vielleicht sagen wollen, dass das Schwerere deswegen dem Mittelpunkte näher sei als das Leichtere, weil gewissermaassen das schwerer zu sein scheint, was auf engerem Raum mehr Materie enthält.“ Galilei betrachtet es also bereits hier als eine nicht schlechterdings zu verwerfende Hypothese, dass Körper von verschiedenem spezifischem Gewicht nicht aus qualitativ verschiedener Materie bestehen, sondern sich nur dadurch unterscheiden, dass eine qualitativ gleichartige Materie in den Körpern mit grösserem spezifischen Gewicht im gleichen Raum sich in grösserer Menge befindet. Was hier als Hypothese erscheint, das spricht Galilei in einer späteren Schrift mit voller Bestimmtheit aus, wo es folgendermaassen heisst¹⁴⁾: „Wir wollen Schwere jene Neigung, sich auf natürliche Weise nach unten zu bewegen, nennen, welche in den soliden Körpern sich durch die grössere oder geringere Menge von Materie verursacht findet, von der sie constituirt werden.“ Könnte es noch zweifelhaft sein, durch wen Galilei zu dieser Ansicht von der Constitution der Materie bestimmt worden ist, so würde jeder Zweifel durch die folgende Stelle aus der Abhandlung über die schwimmenden Körper beseitigt werden¹⁵⁾: „Er (Aristoteles) versucht . . . , Demokrit zu widerlegen, weil er sich nicht mit dem blossen Namen begnügt hatte, sondern spezieller hatte erklären wollen, was denn die Schwere und die Leichtigkeit d. h. die Ursache, warum die Körper nach unten und nach oben gehen, eigentlich wäre, und das Volle und das Leere eingeführt hatte.“ Galilei wusste also sehr gut, dass die von ihm angenommene Ansicht über die Constitution der Materie, wonach die spezifisch leichteren Körper in demselben Volumen mehr leeren Raum und und daher eine geringere Quantität der in allen Körpern gleich-

¹³⁾ Opere XI p. 19.

¹⁴⁾ Opere XI p. 90.

¹⁵⁾ Opere XII p. 88.

artigen Materie enthalten, von Demokrit herrührt. Dass Galilei auch mit Demokrit die aus dieser Ansicht von der Constitution der Materie sich ergebende Consequenz gezogen hat, dass die Materie aus unteilbaren und unwandelbaren Atomen zusammengesetzt ist, ergiebt sich aus folgenden Worten Galilei's¹⁶⁾: „Wenn wir uns zu einer anderen Betrachtung der Natur des Wassers und der übrigen Flüssigkeiten bequemen würden, so würden wir vielleicht bemerken, dass die Constitution ihrer Theile derart ist, dass sie nicht allein der Teilung nicht widerstrebt, sondern dass gar nichts da ist, was zu teilen wäre, so dass der Widerstand, den man bemerkt, wenn man sich im Wasser bewegt, ähnlich demjenigen wäre, welchen wir empfinden, wenn wir durch eine grosse Menge von Personen vorwärts gehen, wo wir uns gehindert fühlen nicht in Folge der Schwierigkeit, welche wir bei der Teilung haben, da ja Niemand von denen geteilt wird; aus denen sich die Menge zusammensetzt, sondern nur dabei, die Personen zur Seite zu schieben, welche schon geteilt und nicht verbunden sind.“ Dieses Eintreten Galilei's für die Atomistik Demokrit's ist von grundlegender Bedeutung für die Chemie geworden. Denn von dem Augenblick an, wo die durch Aristoteles vertretene Anschauung von der Verwandelbarkeit der Elemente in einander durch Galilei's Zurückgehen auf die Atomistik Demokrit's beseitigt war, wurde die unwissenschaftliche Alchemie durch die wissenschaftliche Chemie ersetzt. Da sich nun Galilei schon früher klar gemacht hatte, dass alle Körper aus demselben Stoff gleich schnell fallen, und nun annahm, dass auch Körper von verschiedenem spezifischem Gewicht aus derselben, überall gleichartigen Materie bestehen, so musste er zu der Consequenz gedrängt werden, dass sämtliche Körper gleich schnell fallen. Als er diesen Satz aussprach, stiess er auf die stärkste Opposition von Seiten der Peripatetiker, da er damit seinen Bruch mit der Aristotelischen Weltanschauung auf's Deutlichste dokumentiert hatte. Er verwies seine Gegner auf die Erfahrung und stellte vom schiefen Turm in Pisa Fallversuche an, welche im luftgefüllten Raum die annähernde

¹⁶⁾ Opere XII p. 57.

Richtigkeit des Satzes ergaben, dass alle Körper gleich schnell fallen. Dagegen hütete er sich wohl, wieder die Autorität Demokrit's gegen diejenige des Aristoteles auszuspielen; denn da die demokritisch-epicureische Philosophie als gottlos galt, so hatte die Abhandlung über die schwimmenden Körper, worin er sich deutlich als Anhänger Demokrit's zu erkennen gegeben hatte, einen solchen Sturm heraufbeschworen, dass Galilei in seinen späteren Schriften nie wieder den Namen Demokrit's erwähnt hat.

Ganz unabhängig von der Entdeckung, dass alle Körper gleich schnell fallen, hat Galilei die Untersuchung geführt, wie die Fallgeschwindigkeit und der Fallraum von der Fallzeit abhängen. Und hier ist er nicht von Demokrit abhängig, der sich mit diesen Fragen, soweit unsre Kenntniss reicht, überhaupt nicht beschäftigt hat. Dagegen hat er bei einem andren wichtigen Satze der Mechanik sich wieder an Demokrit angeschlossen, nämlich beim Beharrungsgesetz, dessen Aufstellung nicht selten als die bedeutendste Leistung Galilei's hingestellt wird.

Für den nicht wissenschaftlich geschulten Menschen legt die unmittelbare Erfahrung die Ansicht nahe, dass eine einem Körper erteilte Bewegung eine gewisse Zeit anhält, um dann aufzuhören, dass also für eine längere Zeit andauernde Bewegung eine Reihe von Ursachen zu suchen sind, welche dem in Bewegung begriffenen Körper immer wieder neue Anstösse erteilen. Im Gegensatz zu dieser Anschauung des ungeschulten Denkens hat zuerst Demokrit das Prinzip aufgestellt, dass wir nicht für die Fortdauer, sondern nur für die Aenderung eines bestehenden Zustandes eine Ursache zu suchen haben. Denn in den Scholien zu Aristoteles lesen wir¹⁷⁾: „Er (Aristoteles) billigt es nicht, wenn Demokrit die natürlichen Ursachen auf das Princip zurückführt, dass auch der frühere Zustand so war, indem er (Demokrit) es nicht für richtig hält, von dem, was immer in gleicher Weise ist, noch einen Anfang und eine Ursache zu suchen.“ Dass Demokrit dieses Prinzip auch auf die Bewegung angewandt hat, erschen wir aus folgender

¹⁷⁾ Scholia in Aristotelem, collegit Brandis, ed. academia regia Borussica, Berlin 1826, p. 428.

Stelle des Aristoteles¹⁸⁾: „Die Untersuchung aber darüber, woher oder wie dem Seienden Bewegung zukommt, haben auch diese (die Atomisten) gleich den Anderen leichtsinnig beiseite gelassen.“ Wie diese Stelle zu verstehen ist, ergibt sich aus folgender Stelle Cicero's¹⁹⁾: „(Demokrit meint,) diese Bewegung der Atome müsse aus keinem Princip, sondern daraus verstanden werden, dass sie seit ewiger Zeit besteht.“ Diese Stellen müssen wir uns gegenwärtig halten, wenn wir die folgende wichtige Stelle des Simplicius in ihrer ganzen Tragweite verstehen wollen²⁰⁾: „Die Einen führen eine mythische Notwendigkeit dafür ein, dass der Himmel nicht fällt, sondern oben bleibt und seinen Umschwung macht Die Andren aber geben eine physische Notwendigkeit dafür an, dass der Wirbel nicht herniederfällt, indem er sein eigenes Gewicht, das geringer sei, überwinden soll, wie Empedokles sagt und Anaxagoras Aber was die Sage über den Atlas betrifft Aber auch das ist nicht richtig, dass durch den schnellen Wirbel des ätherischen Körpers, da die der eigenen Schwere folgende Bewegung des Himmels . . . geringer sei, die Kreisbewegung des Himmels . . . ewig beharre, wie Empedokles zu sagen schien und Anaxagoras und Demokrit. Sie behaupten nämlich, wenn auch der ätherische Körper schwer sei, so werde doch, da seine Kreisbewegung schneller sei als seine der eigenen Wucht nach unten folgende Bewegung und daher jene diese überwinde, der Himmel an seinem Orte beharren, gerade so wie das Wasser in der Trinkschale nicht ausfließe, wenn die Schale im Kreise herumgeschwungen werde, wenn nur die Kreisbewegung schneller geschieht als die Bewegung des Wassers nach unten.“ Es ist zunächst bemerkenswert, dass an der Stelle, wo nur von Empedokles und Anaxagoras die Rede ist, die Kreisbewegung des Himmels nicht als ewig bezeichnet wird, sondern dass dies nur an der Stelle geschieht, wo auch von Demokrit die Rede ist. Wir müssen danach annehmen, dass Empedokles die Theorie aufstellte,

¹⁸⁾ Ar. Met. I, 4 p. 985 b. (Ritter u. Preller § 149.)

¹⁹⁾ Cic. Fin. I, 6, 17.

²⁰⁾ Simplicius, zu de coelo p. 167 b—168 a.

dass die Himmelskörper deswegen nicht herniederfallen, weil die Kraft, welche sie antreibt, sich im Kreise zu bewegen, stärker ist als die Schwere, welche sie nach unten zieht, dass Anaxagoras diese Theorie unverändert annahm; Demokrit aber hinzufügte, dass diese Kreisbewegung ewig beharrt. Dieses eine Wort „ewig“ ist aber von ausserordentlicher Wichtigkeit. Denn daraus ersehen wir, dass Demokrit aus seinem Princip, dass wir nicht für die Zustände, sondern nur für die Aenderungen der Zustände Ursachen zu suchen haben, dass also für die Fortdauer einer einmal vorhandenen Bewegung keine Ursache zu suchen ist, bereits den Schluss gezogen hat, dass eine einmal vorhandene Bewegung, wenn keine Ursache vorhanden ist, welche sie ändert, ewig in gleicher Weise fort dauert. Demokrit hat also nicht nur zuerst das Beharrungsgesetz aufgestellt, sondern dasselbe auch genau in derselben Weise begründet, wie es unsre heutige durch Kirchhoff und Helmholtz repräsentirte Physik im Gegensatz zu Newton tut, der dasselbe aus einer Eigenschaft der Materie herleitete, welche man später als Trägheit bezeichnete, eine Herleitungsweise, die sich noch heute in unsren populären Handbüchern der Physik findet, wo das Gesetz im Gegensatz zu den von Kirchhoff und Helmholtz vertretenen Anschauungen als Erfahrungssatz bezeichnet zu werden pflegt. Gleichzeitig ersehen wir aber auch aus unserer Simplicius-Stelle, inwiefern das Beharrungsgesetz Demokrit's sich vom Beharrungsgesetz der modernen Naturwissenschaft unterscheidet. Demokrit glaubte nämlich, dass ein in Kreisbewegung befindlicher Körper, auf den keine Kraft wirkt, in Folge des Beharrungsgesetzes sich ewig im Kreise fortbewegen wird. Demokrit lehrte also in Uebereinstimmung mit der heutigen Naturwissenschaft, dass ein in Bewegung begriffener Körper, auf den keine Kraft wirkt, seine Bewegung nicht ändert, weder in Bezug auf Geschwindigkeit noch in Bezug auf Richtung, glaubte aber, abweichend von der heutigen Naturwissenschaft, dass die Kreislinie eine ebenso einfache Linie sei wie die gerade Linie und dass daher ein in Kreisbewegung befindlicher Körper, wenn er seine Richtung nicht ändert, fortfährt, sich im Kreise zu bewegen. Dieser Theorie Demokrit's stellte nun Aristoteles eine Lehre entgegen, welche von der dem ungeschulten Denken nahe liegenden Anschauung nach

der entgegengesetzten Seite abweicht wie die Lehre Demokrit's. Er lehrte nämlich, dass eine einem Körper mitgeteilte Bewegung nicht nur nicht ewig anhält, sondern auch nicht kurze Zeit, sondern nur einen Augenblick und dass, wenn ein geschleuderter Körper die ihm erteilte Bewegung eine Zeit lang beizubehalten scheine, dies nur daher komme, dass das Medium, durch welches er sich bewegt, ihm immer wieder neue Anstösse erteile. Diese Theorie des Aristoteles wurde im Mittelalter während der Herrschaft der Aristotelischen Naturphilosophie unverändert beibehalten. Erst gegen Ende des Mittelalters kehrten einige selbständiger denkende Gelehrte wie Nicolaus von Cues, Leonardo da Vinci, Tartaglia, Cardanus, Scaliger, Telesius, Giordano Bruno zu der Anschauung des gewöhnlichen Denkens zurück, dass es für die Fortdauer einer einem Körper mitgeteilten Bewegung der Vermittlung des Mediums nicht bedürfe, sondern die ihm mitgeteilte Kraft (*vis impressa*) eine Zeit lang andauere, um sich dann allmählich zu verlieren²¹⁾. Einen Schritt weiter ging Benedetti, der in seiner 1585 erschienenen Schrift zum ersten Mal den Gedanken aussprach, dass die Richtung einer krummlinigen Bewegung durch die Tangente an die Bahn bestimmt wird, und daher lehrte, dass ein in Kreisbewegung befindlicher Körper das Bestreben hat, sich eine Zeit lang in der Richtung der Tangente weiter zu bewegen; ein Bestreben, das er sich aber ebenso wie seine Vorgänger allmählich abnehmend dachte²²⁾. Was nun Galilei betrifft, so lassen sich in seinem Entwicklungsgang hinsichtlich des Beharrungsgesetzes deutlich drei Stadien unterscheiden. Im ersten Stadium, das durch die Jugendschrift *de motu gravium* repräsentiert wird, polemisiert er nur deswegen gegen Aristoteles, weil dieser die Fortdauer einer mitgeteilten Bewegung sich von der Mitwirkung des Mediums abhängig denkt, und macht dagegen in ganz gleicher Weise wie seine unmittelbaren Vorgänger geltend, dass eine mitgeteilte Bewegung eine Zeit lang beharre. Im zweiten Stadium steht er ganz auf dem Standpunkt

²¹⁾ Wohlwill, die Entdeckung des Beharrungsgesetzes; Zeitschrift für Völkerpsychologie und Sprachwissenschaft XIV p. 375—389.

²²⁾ Wohlwill, a. a. O. p. 391—394.

Demokrit's und lehrt, dass eine einmal vorhandene Bewegung, wenn keine Kraft sie abändert, ewig in gleicher Weise beharrt, und schliesst daraus, dass ein in Kreisbewegung befindlicher Körper, auf den keine Kraft wirkt, sich ewig im Kreise weiter bewegen wird. Dieses Stadium wird repräsentirt durch den Brief an Velser über die Sonnenflecken, worin es heisst²³⁾: „Wenn alle äusseren Hindernisse beseitigt sind, so wird ein schwerer Körper auf einer Kugeloberfläche, welche der Erde concentrisch ist, indifferent gegen Ruhe und gegen Bewegung in irgend einer Richtung des Horizontes²⁴⁾ sein und wird sich in demjenigen Zustand erhalten, in welchen er einmal versetzt ist; d. h. wenn er in den Zustand der Ruhe versetzt ist, so wird er diesen beibehalten, und wenn er in Bewegung gesetzt ist, z. B. nach Westen, so wird er in demselben Zustand beharren. So würde z. B. ein Schiff, das ein einziges Mal auf ruhigem Meer irgend einen Anstoss erhalten hat, sich beständig um die Erdkugel bewegen, ohne jemals aufzuhören; und wenn es daselbst ruhig hingesezt wäre, so würde es beständig in Ruhe sein, wenn sich im ersten Fall alle äusseren Hindernisse beseitigen liessen und im zweiten Falle keine äussere Bewegungsursache plötzlich auf dasselbe einwirkte.“ Der Brief, in welchem diese Stelle vorkommt, ist datiert aus dem Jahre 1612, also aus demselben Jahre, in welchem Galilei die Abhandlung über die schwimmenden Körper verfasst hat, aus welcher deutlich hervorgeht, dass er sich gerade damals eingehend mit Demokrit beschäftigte. Wir dürfen also, wenn auch in unsrem Brief der Name Demokrit's nicht erwähnt wird, als sicher annehmen, dass Galilei zu dem zweiten Stadium durch den Einfluss Demokrit's gelangt ist. Im dritten Stadium endlich, welches durch Galilei's astronomisches Hauptwerk, die Dialoge über das Ptolomäische und das Kopernikanische Weltsystem, repräsentiert wird, verbindet Galilei die Anschauung Demokrit's mit derjenigen Benedetti's und gelangt so zum ersten Male zum Beharrungsgesetz der modernen Naturwissenschaft.

²³⁾ Opere III p. 418.

²⁴⁾ Offenbar versteht Galilei hier unter dem Horizont nicht die Horizontal-Ebene, sondern eine mit der Erde concentrische Kugeloberfläche.

Denn der von Wohlwill vertretenen Ansicht, dass Galilei das Beharrungsgesetz nie ohne eine gewisse Einschränkung ausgesprochen habe, während ein so untergeordneter Geist wie Baliani genügt haben soll, um den Worten des Meisters eine Verallgemeinerung zu entnehmen, welche dieser selbst nicht zu finden vermocht habe²⁵⁾, vermag ich nicht zuzustimmen. Wenn Wohlwill betont, dass Galilei das Beharrungsgesetz nicht so hervorgehoben hat, wie wir es von dem Begründer der neueren Physik erwarten²⁶⁾, so wird Jeder, der die Darlegung gehört oder gelesen hat, in welcher Helmholtz bei der Feier seines 70. Geburtstages auseinandersetzte, wie er zum Prinzip von der Erhaltung der Kraft gelangt ist, die Ueberzeugung gewonnen haben, dass gerade wichtige Prinzipien von ihren Entdeckern für so selbstverständlich gehalten werden, dass sie gar nicht auf den Gedanken kommen, sie besonders hervorzuheben, wenn sie nicht durch Widerspruch gegen dieselben auf ihre Bedeutung aufmerksam gemacht werden. Und wenn Wohlwill meint, dass man bei einer Stelle aus Galilei's astronomischem Hauptwerk glauben könnte, eine Stelle aus Aristoteles de coelo zu lesen²⁷⁾, so verkennt er, dass Galilei in diesem Werk nach einander die verschiedenen Stadien auseinandersetzt, die er selbst durchgemacht hat, und dass daher die Stelle, in welcher er das erste Stadium klarlegt, keineswegs die Anschauungen des Verfassers zur Zeit der Abfassung der Schrift wiedergibt. Indem Wohlwill hervorhebt, dass man zur allgemeinen Formulierung des Beharrungsgesetzes dadurch gelangt sei, dass die ersten Leser der Auseinandersetzung Galilei's über diesen Gegenstand von einer Beschränkung des Prinzips nichts bemerkt haben²⁸⁾, legt er damit selbst die Ansicht nahe, dass er diese Beschränkung nur künstlich in die Worte Galilei's hineingelegt hat. Wohlwill setzt dann weiter auseinander, dass Cartesius zwar indirect durch Galilei vom Beharrungsgesetz Kenntnis erhalten hat²⁹⁾, aber zuerst den Versuch einer philoso-

²⁵⁾ Wohlwill a. a. O. XV p. 134—135 u. 359—362.

²⁶⁾ Wohlwill a. a. O. XV p. 127 u. 346.

²⁷⁾ Wohlwill a. a. O. XV p. 346.

²⁸⁾ Wohlwill a. a. O. XV p. 350.

²⁹⁾ Wohlwill a. a. O. XV p. 364—367.

phischen Ableitung des Gesetzes machte, indem er die Lehre vom Beharren der Bewegung als speziellen Fall der allgemeinen Erkenntnis hinstellte, dass Alles, was ist, in seinem Zustande unverändert beharrt, so lange nicht äussere Ursachen eine Aenderung bedingen, und dadurch die Bedeutung des Beharrungsprinzipes zu allgemeiner Anerkennung gebracht hat³⁰⁾. Cartesius wird diese philosophische Begründung des Beharrungsgesetzes Demokrit entlehnt haben. Und wenn der bereits verurteilte Galilei bei der Ausarbeitung seines mechanischen Hauptwerkes es sorgfältig vermieden hat, das Beharrungsgesetz damit zu begründen, dass wir nicht für die unveränderte Fortdauer, sondern nur für die Veränderungen eines bestehenden Zustandes Ursachen aufzusuchen haben, was in einer Zeit, in welcher die Komentare zu Aristoteles noch mehr gelesen wurden als heut zu Tage, eine Erneuerung des alten Vorwurfes, dass er ein Schüler des Atheisten Demokrit sei, zur notwendigen Folge gehabt hätte, so dürfte dies einen ganz anderen Grund haben, als Wohlwill vermuthet. Allerdings hat Wohlwill in überzeugender Weise nachgewiesen, dass Galilei das Beharrungsgesetz niemals zur Ableitung der Fallgesetze angewandt hat; und es ist ein grosses Verdienst Wohlwill's, die bis zum Erscheinen seiner Abhandlung allgemein geglaubte Legende, dass Galilei bei den Fallgesetzen zum Beharrungsgesetz gelangt sei, gründlich zerstört zu haben. Vielmehr ist Galilei genau ebenso wie Demokrit zum Beharrungsgesetz durch astronomische Theorien gekommen, ein deutlicher Beweis, dass weder Demokrit noch Galilei durch die Erfahrung zum Beharrungsgesetz gelangt sein kann. Wenn aber Wohlwill daraus, dass Galilei das Beharrungsgesetz nicht zur Ableitung der Fallgesetze angewandt hat, den Schluss zieht, dass er die volle Bedeutung desselben noch nicht erkannt habe, so scheint mir dies ein Fehlschluss zu sein. Denn die Anwendung des Beharrungsgesetzes zur Ableitung der Fallgesetze liegt nur dann nahe, wenn man weiss, dass die Schwere nicht eine dem fallenden Körper inne wohnende Kraft ist, sondern vielmehr ein spezieller Fall einer allgemeinen Anziehung, welche für irdische Fallhöhen

³⁰⁾ Wohlwill a. a. O. XV p. 375—377.

stets dieselbe Grösse hat. Und gerade dies hat Galilei, wie Wohlwill selbst hervorhebt³¹⁾, nicht gewusst, was freilich um so auffallender ist, als sein Lehrer Demokrit diese Erkenntnis nachweisbar schon gehabt hat.

Trotzdem beschränkt sich der Einfluss Demokrit's auf Galilei nicht auf das Gebiet der Mechanik, sondern erstreckt sich in gleicher Weise auch auf das astronomische Gebiet. Demokrit lehrte, dass der Weltraum unendlich gross sei, und dachte sich denselben erfüllt von unendlich vielen Welten, von denen er annahm, dass sie gelegentlich zu Grunde gehen können, da er dem Grundsatz huldigte, dass am Himmel ebenso wie auf Erden Alles im fortwährenden Wechsel begriffen ist. Wir ersehen dies aus der folgenden Stelle Hippolyt's³²⁾: „Er (Demokrit) sagte . . . , dass der Welten unendlich viele seien und sich durch ihre Grösse von einander unterscheiden; in einigen aber existiere keine Sonne und kein Mond; in einigen aber seien sie (Sonne und Mond) grösser als bei uns; und in einigen existieren deren mehrere. Es seien aber die Entfernungen der Welten von einander ungleich; und an diesem Orte seien mehr, an jenem weniger Welten. Er sagte ferner, dass die einen sich vergrössern, die anderen ihren Höhepunkt erreicht hätten, die dritten abnehmen und dass hier welche entstehen, dort welche verschwinden; sie gingen aber unter durch einander, indem sie auf einander stiessen. Einige Welten aber entbehrten der Thiere und Pflanzen und aller Flüssigkeit.“ Dass Demokrit lehrte, dass einige Welten ohne Tiere und Pflanzen, also unbewohnt seien, ist namentlich deswegen interessant, weil wir daraus schliessen müssen, dass er sich die meisten bewohnt dachte. Und das ist wiederum deswegen bedeutungsvoll, weil wir daraus ersehen, dass Demokrit sich unsre Welt in keiner Weise vor den übrigen ausgezeichnet dachte. Damit hat er aber den geocentrischen Standpunkt bereits prinzipiell überwunden. Wenn er also innerhalb unsrer Welt die Erde in den Mittelpunkt stellte, so hat das keine prinzipielle Bedeutung, sondern lediglich die, dass diese Anordnung bei

³¹⁾ Wohlwill a. a. O. XV p. 122—123.

³²⁾ Hipp. Ref. haer. I., 13 [Ritter u. Preller § 151 B.]

den damaligen astronomischen Kenntnissen die Erscheinungen am besten zu erklären schien. Diesen Anschauungen Demokrit's stellte nun Aristoteles die Theorie entgegen, dass das Weltall begrenzt sei, dass es nur eine Welt gäbe, in deren Mittelpunkt die Erde stehe, so dass man im ganzen Weltall von einem Oben und Unten sprechen könne, da man einen Ort höher zu nennen habe als einen anderen, wenn er vom Mittelpunkt der Erde weiter entfernt sei, dass ferner zwar auf der unvollkommenen dunklen Erde Alles im fortwährenden Wechsel begriffen sei, dagegen in den vollkommenen lichten Himmelsräumen Alles ewig und unabänderlich sei und nur bei den Himmelskörpern unter dem Monde die Erdnähe sich schon dadurch bemerkbar mache, dass sie nicht mehr ganz so vollkommen und in jeder Beziehung gleichbleibend seien wie diejenigen in den höheren Regionen. Diese Anschauungen des Aristoteles blieben während des ganzen Mittelalters bis tief in das 16. Jahrh. hinein herrschend. Sie liegen nicht nur Dante's *Divina comedia* zu Grunde, sondern auch noch dem Werke des Kopernikus; denn auch Kopernikus lehrte, dass es nur eine Welt giebt und dass diese kugelförmig, also endlich ist²³⁾. Und sein berühmter Satz, dass nicht die Erde, sondern der Himmel ruht, ist nichts Anderes als die letzte Consequenz der aristotelischen Weltanschauung. Denn unter den Gründen, die er selbst zur Begründung dieses Satzes anführt, befindet sich auch der, dass der Zustand der Unbeweglichkeit edler und göttlicher sei als derjenige der Veränderung und Inconstanz, der daher eher der Erde zukomme²⁴⁾. Galilei hat bekanntlich das heliocentrische System mit grosser Begeisterung aufgenommen. Wie er sich aber im Uebrigen zu der aristotelisch-kopernikanischen Weltanschauung stellte, das sollte sich zeigen, als im Jahre 1604 im Sternbild des Schlangentreters ein neuer Stern entdeckt wurde. Was Galilei damals tat, teilt uns sein Schüler Viviani in folgenden Worten mit²⁵⁾: „Da mittlerweile durch eine seltsame und wunderbare Himmelserscheinung im Sternbild des

²³⁾ Copernicus, de revolutionibus orbium coelestium libri sex., lib. I cap. 1.

²⁴⁾ A. a. O. lib. I cap. 8.

²⁵⁾ Viviani, Vita di Galileo; Opere di Galileo Galilei, herausgegeben von Alberi, XV p. 338.

Schlangentreters der neue Stern von 1604 sich zeigte, wurde von Herrn Galilei in drei langen und sehr gelehrten Vorlesungen öffentlich über einen so erhabenen Gegenstand gehandelt, in denen er gesonnen war zu zeigen, dass der neue Stern sich ausserhalb der elementaren Region und an einer sehr hohen Stelle über allen Planeten befand gegen die Meinung der peripatetischen Schule und besonders des Philosophen Cremonino, der damals bemüht war, die gegenteilige Meinung aufrecht zu erhalten und den unveränderlichen und von jeder zufälligen Veränderung freien Himmel seines Aristoteles zu vertheidigen.“ Dass diese Handlungsweise nicht aus einer augenblicklichen Aufwallung, sondern aus einer dauernden Ueberzeugung entsprang, sieht man daraus, dass Galilei in seinem 28 Jahre später erschienenen astronomischen Hauptwerke die Gesprächspersonen Simplicius, welcher die aristotelischen Ansichten vertritt, Salviati, welcher die Ansichten des Verfassers vertritt, und Sagredo, welcher meist Salviati unterstützt, folgendes Gespräch führen lässt³⁶⁾: „Simplicius: Die Körper, welche erzeugbar, vergänglich, veränderlich u. s. w. sind, sind durchaus verschieden von denen, welche nicht erzeugbar, unvergänglich, unveränderlich u. s. w. sind Die Sinneswahrnehmung zeigt uns, wie auf Erden fortwährendes Entstehen, fortwährendes Vergehen, fortwährende Veränderung u. s. w. stattfindet, Dinge, wovon weder durch unsere Sinne noch durch die Ueberlieferung oder durch das Gedächtniss unsrer Alten irgend etwas am Himmel gesehen worden ist; also ist der Himmel unveränderlich u. s. w. und die Erde veränderlich u. s. w. und deswegen verschieden vom Himmel. Das zweite Argument entnehme ich einer principiellen und wichtigen Tatsache, nämlich folgender. Derjenige Körper, der nach seiner Natur dunkel und des Lichtes beraubt ist, ist verschieden von den leuchtenden und glänzenden Körpern; die Erde ist dunkel und ohne Licht; und die Himmelskörper sind glänzend und erfüllt von Licht; also u. s. w.

Salviati: Was den ersten Punkt betrifft, dessen Beweiskraft Ihr aus der Erfahrung entnehmt, so vermissee ich, dass Ihr mir

³⁶⁾ Opere I p. 54—68.

bestimmter die Veränderungen angebt, welche Ihr auf der Erde und nicht am Himmel sich vollziehen seht, weswegen Ihr die Erde als veränderlich bezeichnet und den Himmel nicht.

Simplicius: Ich sehe auf der Erde beständig Sträucher, Pflanzen, Thiere erzeugt werden und zu Grunde gehen, Regengüsse niederstürzen, Winde, Ungewitter, Stürme sich erheben und überhaupt den Anblick der Erde eine beständige Verwandlung zeigen, Alles Veränderungen, von denen man keine an den Himmelskörpern bemerkt, deren Constitution und Aussehen ganz genau damit übereinstimmt, wie es alle Ueberlieferung beschreibt, ohne dass dort irgend etwas neu erzeugt wäre oder etwas von dem Alten zu Grunde gegangen wäre.

Salviati: Aber, da Ihr Euch bei diesen sichtbaren oder, um es besser auszudrücken, gesehenen Erfahrungsthatfachen beruhigt, so müsst Ihr China und Amerika zu den Himmelskörpern rechnen, weil Ihr da sicher niemals diese Veränderungen gesehen habt, die Ihr hier in Italien seht, und meinen, dass sie, soweit es sich um Eure Wahrnehmungen handelt, unveränderlich sind Und warum habt Ihr es nicht, ohne darauf zurückzukommen, den Berichten Andrer Glauben schenken zu müssen, selbst mit Euren eignen Augen beobachtet und gesehen?

Simplicius: Weil jene Länder so entfernt sind, dass das Gesicht nicht so weit reichen würde, solche Veränderungen wahrzunehmen.

Salviati: Seht ihr nun, wie Ihr ganz von selbst zufällig das Trügerische Eures Argumentes aufgedeckt habt! Denn wenn Ihr sagt, dass Ihr die Veränderungen, welche man auf der Erde in unsrer Nähe sieht, wegen der zu grossen Entfernung nicht sehen könntet, wenn sie in Amerika geschehen sind, so könntet Ihr sie noch viel weniger auf dem Monde sehen, der so viele hundert Male weiter ist. Und wenn Ihr die mexikanischen Veränderungen auf die Nachrichten hin glaubt, die Euch von dort gekommen sind, welche Berichte sind Euch vom Monde gekommen, um Euch anzuzeigen, dass auf ihm keine Veränderung statthat? Schwerlich wird Herr Simplicius ein wenig die Auffassung der Texte des Aristoteles und der anderen Peripatetiker modificieren, welche

sagen, dass sie den Himmel deswegen für unveränderlich halten, weil man an ihm niemals irgend einen Stern erzeugt werden oder zu Grunde gehen gesehen hat, der vielleicht ein geringerer Teil vom Himmel ist als eine Stadt von der Erde; und doch sind unzählige derselben in einer Weise zerstört worden, dass auch nicht einmal die Spuren davon uns geblieben sind . . . Ich behaupte, dass wir in unserm Jahrhundert neue Ereignisse und Beobachtungen von der Art haben, dass ich durchaus nicht zweifle, dass Aristoteles, wenn er in unsrem Zeitalter lebte, seine Meinung ändern würde, was handgreiflich aus der Art seines Philosophierens folgt; denn da er schreibt, dass er die Himmel als unveränderlich u. s. w. betrachtet, weil man dort nichts Neues sich erzeugen oder etwas Altes sich auflösen gesehen hat, so lässt sich implicite erkennen, dass er, wenn er eines dieser Ereignisse gesehen hätte, die entgegengesetzte Meinung aufgestellt hätte . . . Nun . . . behaupte ich, dass die zu unsrer Zeit in den Himmeln entdeckten Dinge derart sind und gewesen sind, dass sie allen Philosophen völlig genügen können; denn sowohl an besonderen Körpern wie am universellen Himmelsraum sind gesehen worden und werden beständig Ereignisse gesehen, welche denen gleichen, die wir bei uns Entstehen und Vergehen nennen, da es eine Tatsache ist, dass von ausgezeichneten Astronomen viele Kometen beobachtet worden sind, welche entstanden sind und in Teile zerstoßen sind, obgleich sie höher waren als die Mondbahn, und ausserdem zwei neue Sterne vom Jahre 1572 und vom Jahre 1604, die ohne allen Widerspruch sehr hoch über allen Planeten standen; und im Aussehen der Sonne selbst bemerkt man dank dem Teleskop dichte und dunkle Massen sich bilden und sich auflösen, die dem Anscheine nach grosse Aehnlichkeit haben mit den Wolken auf der Erde³⁷⁾ . . . Was habt Ihr, Herr Simplicius, gedacht diesen unbequemen Flecken entgegenzusetzen, die da gekommen sind, den

³⁷⁾ Hiernach scheint bereits Galilei, der Entdecker der Sonnenflecken, dieselben als Wolken auf dem Sonnenball angesehen zu haben, eine Anschauung, welche später verlassen wurde, bis in unsren Tagen Kirchoff in Folge seiner spektral-analytischen Untersuchungen wieder darauf zurückkam.

Himmel zu verdüstern und mehr noch die peripatetische Philosophie? . . .

Sagredo: Ich kann nicht ohne grosse Verwunderung . . . hören, wie man Naturkörpern, die integrirende Teile des Universums sind, wegen grossen Adels und grosser Vollendung diesen Zustand zuschreibt, allen Einflüssen unzugänglich, keiner Modifikation fähig, unveränderlich u. s. w. zu sein und es dagegen als eine grosse Unvollkommenheit betrachtet, veränderlich, erzeugbar, einer Modifikation fähig u. s. w. zu sein; ich meinerseits betrachte die Erde als sehr edel und bewunderungswürdig wegen so vieler und so verschiedener Veränderungen, Modifikationen, Erzeugungen u. s. w., welche auf ihr unaufhörlich vor sich gehen; und wenn sie, ohne irgend einer Veränderung unterworfen zu sein, ganz und gar eine grosse Sandwüste wäre oder eine Jaspismasse oder wenn sie zur Zeit der Sintflut, als die Gewässer, welche sie bedeckten, gefroren, eine ungeheure Eiskugel geworden wäre, wo niemals irgend etwas entstände oder sich veränderte oder modifizierte, so würde ich sie für einen elenden Körper halten, welcher für die Welt unnütz wäre, voller Müssiggang und, um es kurz zu sagen, überflüssig und gleich als ob sie in der Natur nicht vorhanden wäre; und ich würde jenen selben Unterschied machen, der zwischen dem lebenden und dem toten Tiere besteht; und dasselbe sage ich vom Monde, vom Jupiter und von allen übrigen Weltkörpern . . . Jene, die so sehr für die Unvergänglichkeit, Unveränderlichkeit u. s. w. schwärmen, würden, glaube ich, . . . verdienen, einem Medusenhaupt zu begegnen, welches sie in eine Bildsäule von Jaspis oder Diamant verwandelte, um vollendeter zu werden, als sie sind.“

Diese Zeilen sind recht geeignet, uns einen Blick in die Kämpfe des 17. Jahrhunderts tun zu lassen, die von den üblichen Darstellungen der philosophischen Bewegung des 17. Jahrhunderts, wie mir scheint, gar zu sehr vernachlässigt werden. Was nun weiter Galilei's Ansicht über die Unendlichkeit des Weltalls betrifft, so spricht er sich darüber in einem Brief an Ingoli folgendermassen aus²⁷⁾: „Wisst Ihr nicht, dass es noch unentschieden ist (und, wie

²⁷⁾ Opere II p. 84.

ich glaube, innerhalb der menschlichen Wissenschaften immer unentschieden bleiben wird), ob das Universum endlich oder unendlich ist? Und gesetzt, dass es in Wahrheit unendlich wäre, wie könntet Ihr sagen, dass die Grösse der Fixsternsphäre in keinem richtigen Verhältnis zu der grossen Bahn (der Erde) stehe, wenn jene selbst im Vergleich zum Universum weniger sein würde als ein Hirsekorn im Vergleich zu ihr?³⁹⁾ Was endlich die Lehre von der Mehrheit der Welten betrifft, so deutet Galilei seine Ansicht über diesen Punkt nur an, wenn er in seinem astronomischen Hauptwerke sagt³⁹⁾: „Man sieht, . . . dass Aristoteles andeutet, dass der Welt nur eine Kreisbewegung und folglich nur ein Centrum zukommt, auf das allein die gradlinigen Bewegungen nach oben und nach unten sich beziehen . . . Ich werde sagen, dass in der Gesammtheit der Natur tausend Kreisbewegungen vorhanden sein können und folglich tausend Bewegungen nach oben und nach unten.“ Wir sehen also, dass in allen principiellen Punkten der astronomischen Betrachtung, wo Aristoteles im Gegensatz steht zu Demokrit, Galilei stets für Demokrit gegen Aristoteles Partei nimmt. Doch hat Galilei auf diesem Gebiete einen Vorgänger gehabt, nämlich Giordano Bruno. Denn das astronomische System, welches Galilei in seinem astronomischen Hauptwerk verteidigt, ist keineswegs, wie der Titel vermuten lässt, das kopernikanische System, sondern vielmehr dasjenige System, welches Giordano Bruno durch Verbindung des kopernikanischen Systems mit den Anschauungen der demokritisch-epikureischen Philosophie geschaffen hat. Und wenn Galilei hier nicht direct von Demokrit beeinflusst sein sollte, so würde er es doch jedenfalls indirect sein. Denn ohne Zweifel hat Galilei von den Modifikationen Kenntnis gehabt, welche Giordano Bruno mit dem kopernikanischen System vorgenommen hat. Von Giordano Bruno aber wissen wir, dass er zu diesen Modifikationen durch die Lektüre des Lucrez gelangt ist. Lucrez aber hat das System Epikur's dargestellt; und Epikur schliesst sich in seinen Anschauungen über die Einrichtung des Himmelsgebäudes ganz an Demokrit an.

³⁹⁾ Opere I p. 20.

Der Einfluss Demokrit's auf die astronomischen und auf die mechanischen Ansichten Galilei's hängt aufs Innigste mit einander zusammen. Es hat sich im 17. Jahrhundert ein Umschwung der gesammten Weltanschauung vollzogen, denn es sind zwei einander diametral entgegengesetzte Weltanschauungen, von denen im 17. Jahrhundert die eine durch die andere überwunden ward. Nach der mittelalterlichen Weltanschauung, welche einst von Plato und Aristoteles begründet wurde, ist der Himmel das Gebiet des ewig Unveränderlichen und die Erde das Gebiet des dem steten Wechsel Unterworfenen; und ob ein Körper seine Bewegung beibehält oder verändert, hängt daher in erster Linie davon ab, ob er sich am Himmel oder auf Erden befindet. Nach der modernen Weltanschauung dagegen ist jede Veränderung des bestehenden Zustandes die Wirkung einer Kraft; und jeder Körper, auf den keine Kraft wirkt, muss daher, mag er sich nun am Himmel oder auf Erden befinden, seine Bewegung so lange unverändert beibehalten, bis eine auf ihn ausgeübte Kraft dieselbe abändert. Diese Weltanschauung ist von Demokrit begründet und von Galilei mit Consequenz durchgeführt worden; und gerade hierin erblicke ich den wichtigsten Einfluss Demokrit's auf Galilei.

Endlich giebt es noch ein wichtiges Gebiet, auf dem sich ein Einfluss Demokrit's auf Galilei constatieren lässt, nämlich hinsichtlich der Subjektivität der Sinnesqualitäten. Bekanntlich lehrte Demokrit, dass das Süsse und das Bittere, das Warme und das Kalte, die Farbe und der Schall nicht $\varphi\acute{o}\sigma\alpha\iota$, sondern $\nu\acute{o}\mu\alpha$ existieren ⁴⁰⁾, dass sie nur Namen für unsere Zustände sind ⁴¹⁾; und er begründete dies damit, dass die Empfindungen durch die Affektionen unsres Körpers zu Stande kommen ⁴²⁾ und daher für jedes Individuum andere sind ⁴³⁾. Ob Demokrit der Erste ist, der diese Ansicht vertreten hat ob oder dieselbe bereits von seinem Lehrer Leucipp herrührt, ist eine noch strittige Frage. Ich bin der Ansicht, dass diese

⁴⁰⁾ Sext. Math. VII, 135 (Ritter u. Preller § 157). Stob. ecl. lib. I cap. 50, ed. Wachsmuth vol. I p. 476.

⁴¹⁾ Sext. Log. VIII, 184.

⁴²⁾ Stob. ecl. lib. I cap. 50, ed. Wachsmuth vol. I p. 473.

⁴³⁾ Theophrast de sensibus 63 (Ritter u. Preller § 152).

Lehre erst von Demokrit aufgestellt worden ist. Allerdings ist es richtig, dass die Alten sie schon dem Leucipp beilegen. Indess bereits die Alten haben die Lehren Leucipp's und Demokrit's nicht auseinander zu halten gewusst. Theophrast aber, der sich eingehender mit Leucipp beschäftigt hat, schreibt in dem erhaltenen Fragment *de sensibus* diese Lehre dem Demokrit zu, ohne Leucipp bei dieser Gelegenheit überhaupt zu erwähnen. Dazu kommt, dass die Lehre der Atomisten von der Subjektivität der Sinnesqualitäten in unsrer Ueberlieferung immer im Zusammenhang mit der Unterscheidung zwischen $\phi\acute{o}\sigma\iota\varsigma$ und $\nu\acute{o}\mu\omicron\varsigma$ erscheint. Diese Unterscheidung aber rührt von den Sophisten her. Nun konnten die Sophisten zwar schon auf Demokrit, aber noch nicht auf Leucipp wirken. Aus diesen beiden Gründen nehme ich an, dass Demokrit es ist, welcher zuerst die Subjektivität der Sinnesqualitäten behauptet hat. Er begnügte sich aber nicht mit der allgemeinen Behauptung, sondern suchte bereits im Einzelnen festzustellen, welche objektiven Verhältnisse unsren subjektiven Empfindungen zu Grunde liegen. Was den Geschmack betrifft, so dachte er sich den scharfen Geschmack hervorgebracht durch kleine und feine, eckige und stark gebogene Atome, den süssen Geschmack durch runde, nicht allzu kleine Atome, den sauren Geschmack durch grosse polygonale Atome, den bittren Geschmack durch kleine, glatte und runde Atome, den salzigen Geschmack durch grosse, höckrige Atome, den beissenden Geschmack endlich durch kleine Atome, die sowohl rund als eckig sind⁴⁴⁾. Was den Schall betrifft, so führte er ihn auf eine Bewegung der Luft zurück, wodurch sich die Luft verdichte, eine Bewegung, welche sich zwar unsrem ganzen Körper mittheile, am besten aber dem Ohre⁴⁵⁾. Die Farbe erklärte er aus der Oberflächenbeschaffenheit der gesehenen Körper; so dachte er sich z. B., dass eine glatte Fläche weiss aussieht⁴⁶⁾, eine Ansicht, welche nicht nur Aristoteles gelten lässt⁴⁷⁾, sondern welche sich erhalten hat bis unmittelbar vor der

⁴⁴⁾ Theophrast *de sensibus* 65—67.

⁴⁵⁾ A. a. O. 55.

⁴⁶⁾ A. a. O. 73.

⁴⁷⁾ Ar. Met. VII, 4 p. 1029 b.

Entdeckung Newton's, dass das weisse Licht sich aus den verschiedenen Regenbogenfarben zusammensetzt⁴⁸⁾. Sicherlich wird er auch angegeben haben, welche äusseren Verhältnisse die Empfindung der Wärme in uns hervorrufen. Es ist aber darüber nichts überliefert. Wir können jedoch indirekt erschliessen, was er hierüber gelehrt hat. Wir lesen nämlich bei Aristoteles⁴⁹⁾: „Er (Demokrit) sagt, dass von den verschiedenen Gestalten die kugelförmige am leichtesten beweglich sei; derart aber sei sowohl der Denkstoff wie das Feuer.“ Bekanntlich lehrte Demokrit, dass die verschiedenen Stoffe sich nur durch die Grösse und Gestalt ihrer Atome unterscheiden. Er nahm also an, dass das Feuer, das er wie das ganze Alterthum als einen eigenen Körper betrachtete, aus solchen Atomen bestehe, welche in Folge ihrer Gestalt die grösste Beweglichkeit besitzen. Dies wird bestätigt durch Demokrit's Theorie der Träume, über welche Plutarch folgendermassen berichtet⁵⁰⁾: „Demokrit sagt, dass die Bildchen durch die Poren in die Körper eindringen und bewirken, dass während des Schlafes Gesichte aufsteigen. Diese Bildchen aber gehen unstät umher, nachdem sie von allerwärts sich abgelöst haben, von Geräthen, von Kleidern, von Pflanzen, besonders aber von Tieren und Menschen in Folge der starken Bewegung und der Wärme.“ Demokrit muss sich also gedacht haben, dass die höhere Temperatur der warmblütigen Tiere dadurch hervorgebracht wird, dass in ihrem Körper die Feuer-Atome stärker vertreten sind und dass diese hier wie überall sich in lebhafter Bewegung befinden, welche bewirkt, dass die von jedem Körper sich fortwährend ablösenden Bildchen hier mit besondrer Energie fortgeschleudert werden⁵¹⁾. Wir finden demnach bei Demokrit die Theorie, dass die Wärme eine lediglich subjektive Empfindung ist und dass das Objektive, das ihr entspricht, Atome sind, welche sich in Folge ihrer Gestalt stets in

⁴⁸⁾ Spinoza, Brief 27.

⁴⁹⁾ Ar. de an. I, 2 p. 405a.

⁵⁰⁾ Plut. Quaest. conv. VIII, 10, 2.

⁵¹⁾ Vergl. Hart, Zur Seelen- und Erkenntnislehre des Demokrit, Gymnasial-Programm, Mühlhausen 1886, p. 9.

lebhafter Bewegung befinden. Wir sehen also, dass Demokrit nicht nur im Allgemeinen die Lehre von der Subjektivität der Sinnesqualitäten aufgestellt hat, sondern es auch unternommen hat, dieselbe im Einzelnen durchzuführen. Eine solche nüchterne Wissenschaftlichkeit, welche diese schöne Welt so farblos erscheinen liess, rief aber begreiflicher Weise bei dem poetisch begabten Griechenvolk eine Reaktion hervor. Und in ganz ähnlicher Weise wie das Dichtergenie eines Goethe empört war über die Newton'sche Farbenlehre und der Dichter-Philosoph Schopenhauer empört war über die Undulationstheorie des Lichtes, so war auch Plato, den man nicht mit Unrecht den griechichsten aller Philosophen genannt hat, d. h. den am meisten charakteristischen philosophischen Vertreter des kunstbegabtesten aller Völker, empört über die Lehre Demokrit's. Hatte Demokrit gelehrt, dass wir uns täuschen, wenn wir an die objektive Existenz des Weissen, des Tones und der Wärme glauben, und dass diese Täuschung dadurch hervorgerufen wird, dass verschieden gestaltete und verschieden bewegte Atome existieren, so setzte Plato dem die Lehre entgegen, dass wir uns täuschen, wenn wir an die objektive Existenz weisser, tönender und warmer Körper glauben, und dass diese Täuschung dadurch hervorgerufen wird, dass die eigenschaftslose Materie vorübergehend teilnimmt an den objektiv existierenden und sich stets gleich bleibenden Ideen des Weissen, des Tones und des Warmen. Und Aristoteles, der in viel höherem Maasse, als man gewöhnlich annimmt, der Schüler Plato's nicht nur gewesen, sondern auch stets geblieben ist, schloss sich dieser Lehre an. Mochte auch Plato die Ideen ausserhalb der Dinge, Aristoteles dagegen in den Dingen suchen, so stimmten sie doch darin überein, dass die Ideen das einzige sich stets Gleichbleibende sind, was objektive Existenz hat. Und zu den Ideen rechnete Plato das Warme und Kalte⁵²⁾, Aristoteles das Weisse⁵³⁾.

⁵²⁾ Phädon p. 103 D—E. Dass hier das Wort εἶδος nicht mit Begriff, sondern mit Idee zu übersetzen ist, geht daraus hervor, dass p. 104 B, wo noch von demselben die Rede ist, was vorher εἶδος genannt war, ausdrücklich das Wort ἰδέα gebraucht wird.

⁵³⁾ Ar. Met. VIII, 5 p. 1044 b; X, 3 p. 1054 b.

Und so polemisierte denn sowohl Plato⁵⁴⁾ als Aristoteles⁵⁵⁾ gegen die Ansicht von der Subjektivität der Sinnesqualitäten. Epikur, der sich im Grossen und Ganzen an Demokrit anschloss, trat für die Subjektivität der Sinnesqualitäten ein. Als aber die platonisch-aristotelische Philosophie herrschend geworden war, ging die Erkenntniss von der Subjektivität der Sinnesqualitäten verloren. Der Erste unter den Neueren, der wieder für dieselbe eintrat, war Galilei. Derselbe schreibt nämlich⁵⁶⁾: „Dass in den ausser uns befindlichen Körpern, um in uns die Geschmacksempfindungen, die Geruchsempfindungen und die Tonempfindungen zu erregen, etwas Anderes erforderlich ist als Grösse, Gestalt, Menge und langsame oder schnelle Bewegung, das glaube ich nicht; und ich halte dafür, dass, wenn man Ohr, Zunge und Nase beseitigt, wohl Gestalt, Anzahl und Bewegung bleibt, aber nicht mehr die Geruchsempfindungen, die Geschmacksempfindungen oder die Tonempfindungen, von denen ich nicht glaube, dass sie ausserhalb des lebenden Tieres etwas Anderes sind als Namen.“ Wenn wir nun bedenken, dass wir Galilei schon in verschiedenen Punkten sich haben Demokrit anschliessen sehen und dass er hier nicht nur dieselbe Ansicht vertritt wie Demokrit, sondern sich auch sogar desselben Ausdrucks bedient, dass die Empfindungen nur Namen sind, so werden wir unmöglich bezweifeln können, dass er auch in dieser Beziehung von Demokrit abhängig ist. Von Galilei aber haben die Lehre von der Subjektivität der Sinnesqualitäten Hobbes und Cartesius' aufgenommen. Durch Cartesius ist sie zu Spinoza gekommen; und durch Hobbes ist sie zu Locke und von diesem zu Hume gekommen. Und was Kant betrifft, dessen Lehre, dass wir nicht Dinge an sich, sondern nur Erscheinungen wahrnehmen, sich der Hauptsache nach auf den zuerst von Demokrit ausgesprochenen Gedanken stützt, dass unsre Empfindungen nur durch die Veränderungen bedingt sind, welche die Aussendinge in unsern Sinneswerkzeugen hervorrufen, so kann es nur zweifelhaft sein, ob er die

⁵⁴⁾ Theätet p. 153 E—154 B.

⁵⁵⁾ Ar. de sensu Kap. IV, p. 442 a; de gen. et corr. I, 8 p. 326 a; II, 2 p. 329 b; Met. IV, 5 p. 1009 b u. 1010 b; IX, 3 p. 1047 a.

⁵⁶⁾ Opere IV p. 336.

Lehre von der Subjektivität der Sinnesqualitäten von Locke, von Hume oder vielleicht von Spinoza erhalten hat. — Galilei's Erneuerung der demokritischen Lehre von der Subjektivität der Sinnesqualitäten ist aber nicht nur für die Philosophie, sondern auch für die Physik grundlegend geworden. Wenn Demokrit, wie wir sahen, lehrte, dass die Schallempfindung durch eine Luftbewegung hervorgerufen wird, so hat Galilei des Weiteren ausgeführt, wie unsre Gehörsempfindungen dadurch zustande kommen, dass Luftwellen an unser Ohr schlagen⁵⁷⁾, und hat dadurch die Undulationstheorie des Schalls begründet. Die Undulationstheorie des Schalls ist aber später das Vorbild geworden für die Undulationstheorie des Lichts. Aber auch Demokrit's Ansichten über das Wesen der Wärme gewannen einen weittragenden Einfluss. Wir sahen, dass nach Demokrit das Objektive, das der subjektiven Wärmeempfindung entspricht, Atome sind, die sich stets in lebhafter Bewegung befinden. Und ganz in demselben Sinne lässt sich Galilei in seinem Saggiatore über das Wesen der Wärme folgendermassen aus⁵⁸⁾: „Nachdem wir schon gesehen haben, wie viele Affectionen, von denen man annimmt, dass es Eigenschaften sind, welche in den äusseren Objekten ihren Sitz haben, in Wahrheit keine andere Existenz haben als in uns und ausser uns nichts anderes sind als Namen, sage ich, dass ich sehr dazu neige, zu glauben, dass die Wärme dieser Art sei und dass jene Stoffe, welche in uns das Warme hervorbringen und empfinden lassen, die wir mit einem allgemeinen Namen Feuer nennen, eine Menge ganz kleiner Körperchen sind, die in der und der Weise gestaltet sind und mit der und der Geschwindigkeit sich bewegen, welche, wenn sie auf unsern Körper treffen, ihn mit ihrer sehr grossen Feinheit durchdringen, und dass ihre Berührung, die bei ihrem Durchgang durch unsern Körper hervorgebracht und von uns empfunden wird, die Affection ist, welche wir Wärme nennen Aber dass ausser der Gestalt, der Menge, der Bewegung, der Durchdringung und Berührung im Feuer noch eine andere Eigenschaft existiere und

⁵⁷⁾ Opere XIII p. 104.

⁵⁸⁾ Opere IV p. 336—337.

dass diese das Warme sei, das glaube ich durchaus nicht; und ich glaube, dass dieses Warme so sehr uns angehört, dass nach Beseitigung des belebten und empfindenden Körpers die Wärme nichts Anderes ist als ein einfaches Wort. Und wenn dem so ist, dass diese Affektion in uns bei dem Durchgang und der Berührung der kleinsten Feuerteilchen durch unsern Körper hervorgebracht wird, so liegt es auf der Hand, dass, wenn jene still ständen, ihre Wirkung sich auf Null reduzieren würde. Ebenso sehen wir eine Menge Feuer, wenn es in den Poren und engen Höhlungen von ungelöschtem Kalk zurückgehalten wird, uns nicht erwärmen, wenn wir es auch in der Hand halten, weil es in Ruhe bleibt; aber wenn man den Kalk in Wasser wirft, so geraten die kleinsten Feuerteilchen in Bewegung, treffen auf unsre Hand und durchdringen sie; und wir empfinden das Warme. Deswegen genügt also, um die Empfindung des Warmen hervorzurufen, nicht die Gegenwart der Feuerteilchen; sondern es ist auch ihre Bewegung notwendig, da es mir scheint, dass es nur ganz richtig gesagt wäre, dass die Bewegung die Ursache der Wärme ist.“ Dass diese Stelle in der That auf die Zeitgenossen Galilei's den Eindruck gemacht hat, dass Galilei damit sich der Ansicht Demokrit's über das Wesen der Wärme anschloss, erschen wir daraus, dass der Pater Grassi, der unter dem Pseudonym Sarsi eine Schrift gegen Galilei veröffentlichte, in dieser Schrift sich folgendermassen ausdrückt⁵⁹⁾: „Nun komme ich zu der Abschweifung über die Wärme, in welcher sich Galilei als ein Anhänger der Schule Demokrit's und Epicur's bekennt.“ Die citierte Erörterung Galilei's über das Wesen der Wärme bildet aber die Grundlage der modernen mechanischen Wärmetheorie. Freilich pflegt man die Anfänge dieser Theorie in eine viel spätere Zeit zu setzen. Aber wir lesen bereits bei Baco von Verulam⁶⁰⁾: „Man verstehe wohl, wir sagen: die Bewegung verhalte sich zur Wärme als eine verwandte Beschaffenheit; nicht dass die Wärme wirklich eine Frucht der Bewegung sei, dass sie die Bewegung hervorbringe, wenngleich es zuweilen eintrifft, son-

⁵⁹⁾ Lotharius Sarsius, *ratio ponderum librae ac simbellae*; *Opere di Galilei*, herausgegeben von Alberi, IV p. 486.

⁶⁰⁾ *Novum organum* II, 20.

dern dass die Wärme selbst nichts anderes als Bewegung sei Die wahre hiernach gefundene Definition der Wärme wäre nun diese: die Wärme ist eine expansive, gehemmte, die kleineren Teile durchdringende Bewegung.“ Liebig hat gezeigt, dass die Gründe, welche Baco für seine Ansicht anführt, unmöglich diejenigen sein können, welche zu dieser Ansicht vom Wesen der Wärme geführt haben⁶¹⁾. Offenbar ist also Baco zu seiner Ansicht über das Wesen der Wärme dadurch gekommen, dass er sich Galilei angeschlossen hat. Allerdings ist die Schrift Baco's, in welcher die citierte Stelle vorkommt, schon 1620 erschienen, während Galilei's *Saggiatore* erst 1623 erschien. Aber wir wissen, dass Galilei die Gewohnheit hatte, in seinen Vorlesungen auch seine noch nicht veröffentlichten Ansichten vorzutragen, und dass die Vorlesungen Galilei's zu seinen Lebzeiten über alle Länder Europa's verbreitet waren. Die Ansicht Galilei's und Baco's über das Wesen der Wärme blieb nicht ohne Wirkung auf die unmittelbar folgende Zeit. So schreibt Spinoza⁶²⁾: „Wenn z. B. die Ruhe sich vermehrt und die Bewegung sich vermindert, so wird dadurch dann der Schmerz, oder die Unlust verursacht, welche wir Kälte nennen. Wenn aber in der Bewegung das Gegenteil geschieht, so wird dadurch der Schmerz, den wir Hitze nennen, verursacht.“ Auch Hooke, der Rivale Newton's, fasste die Wärme als eine Art der Bewegung auf⁶³⁾. Und Locke spricht sich über diesen Gegenstand folgendermassen aus⁶⁴⁾: „Die Wärme ist eine sehr lebhaft bewegte der unwahrnehmbaren kleinsten Teile eines Gegenstandes, welche in uns diejenige Empfindung hervorruft, wegen deren wir den Gegenstand als warm bezeichnen. Was in unsrer Empfindung als Wärme erscheint, ist also am Gegenstande selbst nur Be-

⁶¹⁾ Liebig, Baco und die Geschichte der Naturwissenschaft; Reden und Abhandlungen, Leipzig u. Heidelberg 1874, p. 230—235.

⁶²⁾ Spinoza's Werke, übersetzt von Auerbach, II. Bd., 2. Aufl., Stuttgart 1871, p. 570.

⁶³⁾ Heller, Geschichte der Physik von Aristoteles bis auf die neueste Zeit, II. Band. Stuttgart 1884, p. 731.

⁶⁴⁾ Tyndall, die Wärme betrachtet als eine Art der Bewegung, deutsch von Helmholtz u. Wiedemann, Braunschweig 1867, p. 33.

wegung.“ Und in Deutschland lesen wir bei einem Geologen aus der Mitte des vorigen Jahrhunderts folgende Auseinandersetzung⁶⁵⁾: „Metalle schmelzen demnach; das ist, sie werden durch die eindringenden elastischen Feuerteile ausgedehnt; es trennt sich der feste Zusammenhang ihrer Teile; und sie werden dadurch weich. Ein Satz, der durch nichts besser kann bewiesen und klar gemacht werden als durch die Erkenntnis des Feuers Die ganze Sache kommt also kürzlich darauf an, dass man wisse, was das Feuer sei, zum Anderen, dass man die Metalle in ihrer Zusammensetzung kenne. Dass das Feuer grösstenteils aus einer elastischen Bewegung zart saurer im höchsten Grade aufgeschlossener Teile bestehe, ist gewiss.“ Vergegenwärtigen wir uns nun, dass Rumford am Ende des vorigen Jahrhunderts die moderne mechanische Wärmetheorie begründete, so glaube ich die Kontinuität von Galilei bis zum Begründer der modernen mechanischen Wärmetheorie nachgewiesen zu haben. Und da nun Galilei's Theorie der Wärme, wie wir sahen, auf diejenige Demokrit's zurückgeht, so haben wir Demokrit als den ersten Begründer unsrer heutigen Theorie der Wärme anzusehen. — Endlich ist Galilei's Erneuerung der demokritischen Lehre von der Subjektivität der Sinnesqualitäten auch für die Physiologie von grosser Bedeutung geworden; denn die Konsequenzen, welche die Physiologen aus der Lehre von der Subjektivität der Sinnesqualitäten gezogen haben, führten zur Entdeckung des Gesetzes von der spezifischen Energie der Sinnesorgane; und es ist gewiss kein Zufall, dass gerade ein Physiologe, der eine so tiefe philosophische Bildung besass wie Johannes Müller, zum ersten Mal das Prinzip von der spezifischen Energie der Sinnesorgane mit voller Klarheit aussprach. Und indem Helmholtz dieses Gesetz bis in seine letzten Konsequenzen durchführte, gelangte er zu seiner Entdeckung von der Bedeutung der Corti'schen Fasern für das Hören und zu seiner Ausbildung der Young'schen Theorie von den drei Grundfarben.

Nach alledem werden wir nicht umhin können, der Philosophie

⁶⁵⁾ Lehmann, Abhandlung von den Metallmüttern und der Erzeugung der Metalle, Berlin 1753, p. 23—24.

Demokrit's eine grössere Bedeutung zuzuerkennen, als man ihr im allgemeinen zugesteht. Nehmen wir hinzu, dass Demokrit auch in der Mathematik sehr bedeutend war⁶⁶⁾, während die Anschauung, dass Plato für die Entwicklung der Mathematik von grosser Bedeutung gewesen sei, lediglich eine unhistorische Legende ist⁶⁷⁾ und Aristoteles so unwissend in der Mathematik war, dass Galilei schon in einer seiner Jugendschriften ihm diese Unwissenheit in den stärksten Ausdrücken vorzuwerfen wagt⁶⁸⁾ und später den Simplicius, der in den Dialogen Galilei's immer die Anschauungen des Aristoteles vertritt, wiederholt als einen Mann hinstellt, der nichts von Mathematik versteht⁶⁹⁾, berücksichtigen wir weiter, dass, wie im ersten Halbbande meines eingangs erwähnten Werkes gezeigt werden wird, die Kant-Laplace'sche Theorie, die neuere Geologie, das Prinzip von der Erhaltung der Kraft und die Darwin'sche Theorie nachweisbar auf Demokrit zurückgehen, und zwar in der Weise, dass sich die kontinuierliche Entwicklung von Demokrit bis Laplace, Werner, Helmholtz und Darwin deutlich verfolgen lässt, vergegenwärtigen wir uns ausserdem, dass Demokrit bereits die experimentelle Methode in solcher Weise handhabte, dass uns berichtet wird, er habe sein ganzes Leben unter Experimenten zugebracht⁷⁰⁾, während Plato es als eine unwissenschaftliche Methode betrachtete, auf das Zeugnis der Sinne zu vertrauen, und sein Schüler Aristoteles, soweit unsre Kenntniss reicht, kein einziges Experiment angestellt hat, bringen wir damit in Zusammenhang, dass Demokrit schon die richtige Ansicht hatte, dass die höheren Seelentätigkeiten aus der Sinneswahrnehmung hervorgehen, während Plato und Aristoteles die Ansicht vertraten, dass die Vernunft eine von der Sinneswahrnehmung völlig getrennte Geistesfunktion sei, eine Ansicht, welche durch ihre Autorität so lange herrschend blieb, dass selbst Kant dieselbe noch nicht völlig überwunden hat, ziehen wir dann in Betracht, dass Demokrit es ist, welcher die berühmte

⁶⁶⁾ Tannery, *La géométrie grecque*, Paris 1887, p. 122—123.

⁶⁷⁾ Tannery a. a. O. p. 132—133, 78—80.

⁶⁸⁾ *Opere* XI p. 63.

⁶⁹⁾ *Opere* I p. 36, 218, 224—225, 430; XIII p. 93, 306—307.

⁷⁰⁾ Petronius Arbitrator, ed. Bücheler 1882, p. 59.

Theorie vom Gesellschaftsvertrag aufgestellt hat⁷¹⁾, und dass, da Lucrez, der diese demokritische Theorie auseinandersetzt, im 17. und 18. Jahrhundert sehr viel gelesen worden ist, Hobbes und Rousseau diese Theorie schwerlich, wie Gierke behauptet⁷²⁾, aus dem wenig bekannten Schriftsteller Althusius, sondern aus Lucrez geschöpft haben werden, tragen wir weiter der Thatsache Rechnung, dass die Ethik Epicur's, der in der Ethik eben sowohl wie in der Physik sich an Demokrit anschliesst⁷³⁾, nicht ohne Einfluss auf die christliche Ethik geblieben ist⁷⁴⁾, ja dass sogar die Ethik Demokrit's höchst wahrscheinlich direkten Einfluss auf die christliche Ethik ausgeübt hat, da einige Aussprüche Demokrit's an das Evangelium erinnern⁷⁵⁾, die Evangelien wahrscheinlich in Aegypten geschrieben sind und die christlichen Dogmatiker der alexandrinischen Schule sich eingehend mit der Ethik Demokrit's beschäftigt haben⁷⁶⁾, fügen wir endlich hinzu, dass Demokrit unsres Wissens der erste Kosmopolit war⁷⁷⁾ und dass er in dieser Beziehung auf die Cyniker gewirkt hat, die Cyniker auf die Stoiker und die Stoiker auf die Christen, so werden wir uns nicht länger der Erkenntnis verschliessen können, dass die Lehre Demokrit's eine grössere Beachtung verdient, als die üblichen Lehrbücher der Geschichte der Philosophie ihr beizumessen pflegen.

In der That spricht Vieles dafür, dass die alexandrinischen Gelehrten Demokrit höher gestellt haben als Plato und Aristoteles. Hatte doch Archimedes in Alexandrien studiert, welcher dereinst

⁷¹⁾ Lucrez, *De natura rerum* V, 1017—1025, 1141—1148. Diese Lucrezstellen stehen in einer Erörterung über die Entwicklung des Menschengeschlechts, welche nachweisbar auf Demokrit zurückgeht.

⁷²⁾ Gierke, *Johannes Althusius und die Entwicklung der naturrechtlichen Staatstheorie*, Breslau 1880.

⁷³⁾ Usener, *Epicureische Schriften auf Stein*; *Rheinisches Museum*, neue Folge, Bd. 47, p. 425.

⁷⁴⁾ Zeller, *Die Philosophie der Griechen*, IIIa² p. 464, Anm.².

⁷⁵⁾ Man vergleiche Fragment 160 der ethischen Fragmente Demokrit's mit *Math.* VI, 1, Fragment 1 mit *Math.* VI, 25, Fragment 94 u. 95 mit *Math.* VII, 3—5.

⁷⁶⁾ Lortzing, *Ueber die ethischen Fragmente Demokrit's*, Programm des Sophien-Gymnasiums, Berlin 1873, p. 20—21.

⁷⁷⁾ Fragment 225 der ethischen Fragmente Demokrit's.

das Echo werden sollte, das die Stimme Demokrit's durch die Jahrhunderte hindurch bis zu den Ohren Galilei's dringen liess. Erst als die Wissenschaft aus den Händen der Alexandriner in die Hände der Römer übergang, wurde die Sache anders. Der bekannten Thatsache, dass bei der Eroberung von Syrakus Archimedes von einem römischen Soldaten ermordet wurde, kommt eine geradezu symbolische Bedeutung zu; durch die römische Militärmacht wurde die griechische Wissenschaft ertötet. Horaz sagt einmal, dass das überwältigte Griechenland seinerseits den wilden Sieger überwältigte, indem es seine Kultur zu den Latinern brachte⁷⁸⁾. Diese Behauptung ist seit den Zeiten des Horaz unendlich oft wiederholt worden; und doch ist sie nur in sehr bedingtem Masse richtig. Gewiss sind die Römer durch die griechische Kultur beeinflusst worden. Aber sie haben auch ihrerseits wiederum die griechische Kultur beeinflusst. Nicht nur in politischer, sondern auch in kultureller Beziehung wurde die griechische Welt von römischen Anschauungen abhängig. Dies fand seinen prägnantesten Ausdruck darin, dass jetzt auch die Griechen Plato und Aristoteles höher stellten als Demokrit. Mit besonderem Eifer wandten sich die Römer dem Studium des Aristoteles zu, der ihnen schon deswegen sympathisch war, weil er keine mathematischen Kenntnisse besass. Denn vielleicht besteht der wichtigste Unterschied zwischen der griechischen und der römischen Kultur darin, dass in der höheren Bildung der Griechen die Mathematik eine sehr grosse Rolle spielte, in der Bildung der Römer dagegen so gut wie gar keine. Dazu kam, dass Aristoteles über die verschiedensten Wissensgebiete geschrieben hatte und man daher glaubte, durch Auszüge aus Aristoteles in der bequemsten Weise das ganze Wissen sich in kurzer Zeit zu eigen machen zu können. So wurden denn in den von Römern besuchten Schulen die Hauptwerke des Aristoteles zum Inbegriff alles Wissens. Von dem Schicksal dieser Werke wusste man eine sehr romantische Geschichte zu erzählen. Danach kamen sie nach dem Tode des Aristoteles zunächst in den Besitz des Theophrast und nach dessen Tode in den Besitz seines Erben Neleus aus Skepsis in Kleinasien. Dieser

⁷⁸⁾ Horaz, Epistel II, 1, 156.

war ein eifriger Zuhörer des Aristoteles und des Theophrast gewesen. Aber seine Nachkommen besaßen keine philosophische Bildung. Sie hatten daher keine grössere Sorge als ihren Bücherschatz vor den Nachstellungen der pergamenischen Könige zu bewahren, welche bei der Begründung der pergamenischen Bibliothek eifrig nach wertvollen Büchern fahndeten. Sie verbargen daher die Schriften des Aristoteles in einem dunklen Keller, wo sie durch Moder und Motten zum Teil zerfressen wurden. Endlich verkauften sie dieselben an Apelliko aus Teos, der sie nach Athen brachte. Er war mehr Bücherliebhaber als Philosoph, füllte die Lücken, so gut es ging, aus und stellte neue Exemplare her. Diese fielen, nachdem die Römer Athen erobert hatten, dem Sulla als Kriegsbeute in die Hände. Sulla brachte sie nach Rom. Und hier erhielt Tyrannio die Erlaubnis, sie zu benutzen. Von ihm erhielt sie Andronicus von Rhodus, welcher die erste Ausgabe der Hauptschriften des Aristoteles veranstaltete, wodurch diese Schriften erst einem grösseren Publikum zugänglich wurden. Es besteht heutzutage kein Zweifel mehr darüber, dass diese Geschichte unhistorisch ist. Man hat aber meines Wissens noch nicht versucht, die Entstehung dieser eigentümlichen Legende zu erklären. Diese Erklärung scheint mir sehr nahe zu liegen. Den Römern musste es auffallen, dass der Mann, den sie für den grössten Philosophen der Griechen hielten, bei den Griechen selbst so wenig Beachtung gefunden hatte; und sie suchten daher nach einer Erklärung dieser für sie befremdlichen Thatsache. Seit den Zeiten des Andronicus von Rhodus stand nun bei den Römern Aristoteles im Mittelpunkt des philosophischen Interesses. Allerdings erhielt auch die Philosophie Demokrit's in der verwässerten Gestalt, welche Epikur ihr gegeben, durch das Lehrgedicht des Lucrez bei den Römern eine gewisse Verbreitung. Doch trat seit dem Beginn der Kaiserzeit die demokritisch-epikureische Philosophie immer mehr zurück. Und mit dem Siege des Christentums und der damit im Zusammenhang stehenden Schliessung der Universität Athen verschwand sie ganz vom Schauplatz. So blieb sie während des ganzen Mittelalters vollständig verschollen; und Aristoteles galt daher im Mittelalter als der Meister derer, die da wissen. Die demokritisch-

epicureische Philosophie wurde aber zu neuem Leben erweckt, als in der ersten Hälfte des 15. Jahrhunderts ein italienischer Philologe in Deutschland ein Exemplar des Lucrez entdeckte. Die erste Wirkung dieser Entdeckung war die Erneuerung der Lehre vom Staatsvertrag. Wichtiger war es, dass die Lektüre des Lucrez grossen Eindruck auf Giordano Bruno machte. Wie dieser infolge davon in die wissenschaftliche Entwicklung eingegriffen hat, haben wir oben gesehen. Sein Tod, den er auf dem Scheiterhaufen als Märtyrer seiner Ueberzeugung erlitt, fällt in das letzte Jahr des 16. Jahrhunderts. In diesem Jahrhundert hatte die von den Arabern nach Europa gebrachte mathematische Wissenschaft immer weitere Ausdehnung gewonnen. Und in demselben Masse wie dies geschah, wuchs die Abneigung gegen Aristoteles. Aber alle Stimmen, welche sich im 16. Jahrhundert gegen Aristoteles erhoben, vermochten seine Autorität nicht zu brechen, sondern nur zu erschüttern. Erst Galilei blieb es vorbehalten, die Autorität des Aristoteles für immer zu vernichten, indem er mit allen Mitteln seines reichen Geistes, durch philosophische Deduktionen, durch mathematische Rechnungen und durch Beobachtung der Natur zu zeigen versuchte, dass man auf dem Sandboden der aristotelischen Philosophie kein wissenschaftliches Gebäude errichten könne, sondern dass die erste Vorbedingung für einen Fortschritt der Wissenschaft darin bestehe, von Aristoteles nicht auf Epikur, sondern auf Demokrit zurückzugehen. Von den gewaltigen Kämpfen, welche dieses Vorgehen Galilei's hervorrief, können wir uns nur schwer eine Vorstellung machen. Ich bin überzeugt, dass die Verurteilung Galilei's ihren tieferen Grund darin hat, dass er das System des Atheisten Demokrit erneuert hatte; dass das von ihm verteidigte heliocentrische System mit einer Bibelstelle im Widerspruch steht, war nur ein Vorwand, den man brauchte, weil Galilei so vorsichtig gewesen war, nur in solchen Punkten seine Zustimmung zu dem System Demokrit's auszusprechen, die vollkommen unverfänglich waren. Nachdem alle Einsichtigen sich davon überzeugt hatten, dass Galilei gegen Aristoteles Recht behalten musste, war die notwendige Folge davon, dass man allgemein Demokrit über Aristoteles stellte. Wenn Baco von Verulam zu den Ersten gehört,

welche dies aussprachen, so liegt dies nur daran, dass er sich früh von den Anschauungen Galilei's zu unterrichten wusste; denn aus einem an Baco gerichteten Brief wissen wir, dass er sich Galilei's Abhandlung über die schwimmenden Körper, welche, wie wir oben sahen, Demokrit als dem Aristoteles hinsichtlich der Feinheit seines gediegenen Philosophierens überlegen bezeichnet, zu verschaffen wusste, bevor er seine philosophischen Werke verfasste⁷⁹⁾. Ebenso spricht Cartesius von den „grossen Männern Epikur, Demokrit und Lucrez“, deren Autorität er als einen Grund gegen seine Ansicht von der Nichtexistenz eines leeren Raumes anführt, während er die Thatsache, dass diese Ansicht mit derjenigen des Aristoteles übereinstimmt, nicht einmal für der Erwähnung wert hält⁸⁰⁾. Und Spinoza, der mehr von Galilei abhängig ist, als man gewöhnlich annimmt⁸¹⁾, sagt, dass er auf die Autorität eines Plato, Aristoteles und Sokrates nicht viel gebe, während er von Demokrit mit grosser Achtung spricht⁸²⁾. Die Autorität, welche Demokrit im 17. Jahrhundert erlangt hatte, wurde von Bedeutung für die Geologie. In der Geologie besteht nämlich der Unterschied zwischen Demokrit und Aristoteles darin, dass Demokrit lehrte, dass das Meer in langen Zeiträumen allmählich abnimmt, während Aristoteles hier ebenso wie auf allen übrigen Gebieten im Natur- und Menschenleben annahm, dass nur Schwankungen um einen sich ewig gleichbleibenden Gleichgewichtszustand stattfinden⁸³⁾. Im 17. Jahrhundert nahm man nun die Theorie Demokrit's an und führte sie bis zu der Konsequenz, dass ursprünglich die ganze Erdkugel von Wasser bedeckt war, wodurch die schon im 16. Jahrhundert angenommene neptunistische Theorie eine prägnantere Gestalt erhielt und nun für die gesammte folgende Geschichte der Geologie von massgeben-

⁷⁹⁾ Libri, *Histoire des sciences mathématiques* IV, Halle 1865, p. 466.

⁸⁰⁾ *Lettres de Descartes*, Paris 1657, p. 331. (Brief 67.)

⁸¹⁾ Spinoza's Unterscheidung zwischen Erkenntnis zweiter Art und Erkenntnis dritter Art (*Ethik* II prop. 40 schol. 2) schliesst sich unmittelbar an an Galilei's Unterscheidung zwischen menschlicher und göttlicher Erkenntnis (*Opere* I p. 116—117) und kann nur unter Voraussetzung dieser Stelle in Galilei's Werken überhaupt verstanden werden.

⁸²⁾ Spinoza, Brief 60 gegen Schluss.

⁸³⁾ *Ar. Meteor.* II, 3 p. 356 b—357 a.

dem Einfluss ward. Die Kämpfe des 17. Jahrhunderts, welche dazu geführt hatten, Demokrit über Aristoteles zu stellen, gerieten im 18. Jahrhundert, das sich durch einen ausserordentlichen Mangel an historischem Sinn auszeichnet, allmählich in Vergessenheit. Immerhin zeigen Wieland's „Abderiten“ und Lafontaine's Fabel von Demokrit und den Abderiten, dass sich im 18. Jahrhundert noch die Vorstellung erhalten hat, dass Demokrit ein sehr bedeutender Gelehrter war. Im Anfang des 19. Jahrhunderts aber beherrschte die Romantik alle Gebiete des geistigen Lebens. Und so kann es uns nicht wundern, dass man sowohl die romantische Philosophie der Neuzeit, deren Hauptrepräsentant Hegel ist, wie die romantische Philosophie des Altertums, deren Repräsentanten Plato und Aristoteles sind, höher stellte als diejenigen Richtungen der Philosophie, welche mehr Fühlung mit der Naturwissenschaft haben, da die romantische Richtung ihre Spitze gegen das naturwissenschaftliche Denken richtete. So ist es gekommen, dass man im Zeitalter der Romantik die Philosophie Demokrit's alles Ernstes für eine unwissenschaftliche Entartung der Systeme des Empedokles und Anaxagoras erklärte. In dem Masse nun, wie man sich von der Romantik emanzipierte, hat man Demokrit allmählich wieder immer höher schätzen lernen. Ich glaube aber nicht, dass dieser Prozess bereits beendet ist; und vielleicht kann der hier versuchte Nachweis von dem grossen Einflusse Demokrit's auf Galilei, welcher die beiden Brennpunkte in der bisherigen Entwicklung der menschlichen Kultur, nämlich das 5. vorchristliche und das 17. nachchristliche Jahrhundert, in die innigste Beziehung zu einander setzt, etwas dazu beitragen, der Lehre Demokrit's in der Geschichte der Philosophie eine höhere Bedeutung beizulegen, als es jetzt üblich ist.