

## XXVI. Historisches über die Ansicht von den einfachen Grundatomen.

Die Ansicht, dass die Grundatome der Körperwelt einfach seien, hat sich bei mir vorlängst, und wie ich glaube, ziemlich unabhängig von äussern Anregungen, jedenfalls nicht auf Anlass der Herbart'schen einfachen Wesen, aus dem Gesichtspunkte entwickelt, die physikalische Atomistik philosophisch abzuschliessen. Als ich mich inzwischen mit der Herbart'schen Metaphysik zu beschäftigen anfang, traten mir so manche Bezugspunkte, noch mehr aber gegensätzliche Gesichtspunkte zwischen unsern einfachen Wesen und den Herbart'schen entgegen, dass ich mich dadurch im Jahre 1852 zu einer für die Fichte'sche Zeitschrift bestimmten Abhandlung veranlasst fand, zu der jedoch blos eine Art Einleitung daselbst (1853) erschienen ist, worin ich auf unsere einfachen Wesen voreilend hinweise.

Inzwischen kann ich in keiner Weise eine Priorität des Gedankens der einfachen Wesen als letzter Elemente der Körperwelt in Anspruch nehmen; vielmehr sind mir, wie ich bei eingehenderem Studium zum Theil schon selbst, zum Theil erst nach Erscheinen der ersten Auflage dieser Schrift aufmerksam gemacht durch Lotze\*) und R. Grassmann\*\*) fand, eine ganze Reihe Physiker und selbst Philosophen in dieser Hinsicht vorangegangen, worüber ich hier das Wesentlichste berichten will.\*\*\*)

In gewissem Sinne kann man die erste Aufstellung einfacher Atome in der Leibniz'schen Monadologie finden, indem seine einfachen Wesen, sog. Monaden, *substantiae simplices*, zwar geistiger Natur, doch nach seiner ausdrücklichen Erklärung zugleich Elemente der Körperwelt (*atomi naturae*) sein sollen, nur in so unbewusstem Zustande, wie ihn unsere Seele, eine bewusste Monade, zeitweis im traumlosen Schläfe oder Scheintod hat, wo Leibniz zwar immer nach *perceptiones*, aber nicht

\*) Götting. gel. Anz. 1855. S. 1095.

\*\*) Dessen Atomistik, S. 22.

\*\*\*) Eine etwas eingehendere historische Darstellung der monadologischen Ansichten von Leibniz, Kant und Herbart als hier findet man in Langenbeck's Dissertation „Ueber Atom und Monade“. Hannover 1854.

mehr apperceptiones, conscientiam, statuirt, über deren Unterschied man ihn selbst nachlesen muss. Zwar legt Leibniz den Monaden bei ihrer ihnen zugeschriebenen Einfachheit qualitative Verschiedenheit, innere Mannigfaltigkeit und Veränderlichkeit bei, bezieht diess aber eben auch nur auf die innern oder geistigen Zustände, was nicht hindern würde, sie nach äusserer oder physischer Beziehung, eben so, wie diess in Lotze's Monadologie geschieht, ganz wie unsere einfachen Atome zu denken. Inzwischen lässt Leibniz die Monaden physisch genommen nicht durch leere Zwischenräume getrennt sein, sondern statuirt ein solches Verhältniss zwischen ihnen, welches zwar nicht vom Metaphysiker, aber vom Physiker als Raumerfüllung zu fassen ist, d. h. (in seinem Sinne gedacht) welches sich in der durch praestabilirte Harmonie zwischen den Monaden vermittelten äussern Erscheinung für die Monaden selbst so darstellt, dass der Raum als ein durch Materie in continuo erfüllter vom Physiker zu behandeln ist. Diess bildet eine wesentliche Abweichung von unserer einfachen Atomistik und der physikalischen Atomistik überhaupt. Dazu hat man zu bemerken, dass Leibniz seine Monadologie nur in idealistischem Sinne ausgearbeitet und keinen Einfluss auf die Physik dadurch geäussert hat.

Vielleicht schiene daher ein Rückgang auf Leibniz bei einer Geschichte der einfachen Atomistik überhaupt müssig, wenn nicht einerseits sein System doch den wesentlichen Gesichtspunkt der Rückführung des materiellen Bestandes der Existenz auf einfache, in gewissem (freilich nur metaphysischem) Sinne absolut von einander abgeschlossene, Wesen mit der einfachen Atomistik gemein hätte, und nur noch der Zuziehung der physischen oder als physisch erscheinenden Distanzen bedürfte, um nach physischer Beziehung damit zusammenzufallen, und wenn nicht sein System doch als Ausgangspunkt mittelst Durchgangs durch Wolff zur Aufstellung der einfachen Atomistik durch Kant geführt hätte. Dass ihm die Verhältnisse, welche der Physiker an der Materie beobachtet, nicht als wahre Verhältnisse der Monaden überhaupt gelten, sondern nur als Sache der Erscheinung in den Monaden, würde an sich keinen Widerspruch gegen die physikalische Auffassung bilden, da diese überhaupt nur auf Erscheinung, Verhältnisse und Gesetze der Erscheinung in dem Sinne geht, welcher in den Zusatzcapiteln der vorigen Abtheilung besprochen ist.

Wenn schon also Leibniz nicht als Urheber der physikalischen ein-

fachen Atomistik angesehen werden kann, ist er doch als der wichtigste Vorläufer derselben anzusehen.

Das Wesentlichste von Leibniz's Ansichten, so weit sie hier in Betracht kommen, dürfte in einer Reihe Paragraphen enthalten sein, welche sich in: *Leibnitii Opera. P. II. Genevae, 1760. p. 20 ff.*, unter dem Titel: *Principia philosophiae, seu theses in gratiam principis Eugenii*, finden.

Auf Leibniz fortbauend nimmt auch der Philosoph Christ. v. Wolff (1679—1754) in seiner Kosmologie monadische Substanzen als Elemente der Körperwelt an, ohne sie discontinuirlich im Raume zu denken, und unterscheidet sich nur darin wesentlich von Leibniz, dass er ihnen nicht gleiche psychische Bedeutung beilegt, vielmehr einen vollständigen Dualismus zwischen Leib und Seele statuirt.

Hingegen hat Kant in einer seiner frühern Schriften zwar nicht als der Erste die physikalische einfache Atomistik mit discreten Theilchen ohne Rücksicht auf eine psychische Bedeutung aufgestellt, denn darin ist ihm, wie nachher anzugeben, Boscovich vorangegangen, aber doch zuerst aus philosophischem Gesichtspunkte dieselbe behauptet, nur später diese Ansicht wieder verlassen; und es ist in der That merkwürdig, dass dieser Philosoph, von dessen späteren Ansichten die hartnäckigste Opposition gegen die Atomistik vorzugsweise ausgegangen ist, die Abschliessbarkeit derselben im einfachen Atomismus von vorn herein und zuerst unter den Philosophen erkannt hat.

Jene frühere Aufstellung der einfachen Atomistik durch Kant findet sich in der von ihm im J. 1756 veröffentlichten Schrift: *Metaphysicae cum geometria junctae usus in philosophia naturali, cujus specimen I. continet Monadologiam physicam.* (Gesamm. Werke VIII. S. 409). Zwar spricht Kant schon hier von einer Erfüllung des Raumes durch die Kraft, aber nur in demselben Sinne, als auch der Physiker davon sprechen kann, so, dass doch das einfache Atom, die Monade, als Centrum sphaerae activitatis begrifflich von der Kraft und factisch von andern Centris isolirt bleibt, sich andern mehr oder weniger nähern kann, und jeder Körper nur aus einer begränzten Zahl solcher einfacher Elemente besteht; worüber Lotze die wichtigsten Sätze in dem *Gött. gel. Anz.* (1855. S. 1096), so wie Langenbeck in seiner Dissertation: *Ueber Atom und Monade*, S. 12 ff. zusammengestellt hat.

Hingegen enthalten die 20 Jahre später erschienenen metaphysischen Anfangsgründe der Naturwissenschaft von Kant einen Versuch zur aus-

drücklichen Widerlegung der Theorie von 1756,\*) wovon Lotze sagt: „er ist mir nicht so klar erschienen, dass ich ihn hier reproduciren könnte.“

Herbart hat bekanntlich in gewisser Beziehung an Kant angeknüpft; doch ist diess nicht in Betreff seiner Annahme einfacher Wesen geschehen, worin er eben so wie Leibniz, nur mit gänzlichem Abweis von dessen prästabiler Harmonie, zugleich Seelen (theils bewusste, theils unbewusste) und Elemente der Körperwelt sieht. Auch kann seine Ansicht eben so wenig als die von Leibniz als eine wirklich atomistische in physikalischem Sinne gelten, sofern er ausdrücklich die räumliche Discretion dieser einfachen Wesen in physikalischem Sinne bestreitet, indem er in einem Capitel seiner Metaphysik, was vom Ursprunge der Materie handelt, (sämmtl. W. IV. S. 272) wörtlich sagt: „Wer hier von Atomistik eine Spur finden wollte, der würde sich sehr irren. Atome können einander nicht durchdringen, bei uns aber ist partiale Durchdringung der ganze Grund, warum wir uns auf die gemachte Fiction überhaupt einlassen. Und hier wird sich gerade die Ursache zeigen, warum bisher alle Versuche, aus Atomen oder Monaden die Materie zu erklären, fruchtlos bleiben mussten.“

Hingegen verbindet Lotze, hierin original gegen alle früheren und anderen Philosophen, den wesentlichsten Gesichtspunkt der physikalischen einfachen Atomistik, welcher räumliche Trennung der Atome fodert, mit dem der monadologischen, welcher in den einfachen Atomen zugleich Seelen sehen lässt, und man kann es eigenthümlich finden, dass Lotze gerade den umgekehrten Gang als Kant genommen, welcher von der einfachen Atomistik anhebend bei der Verwerfung des Atomismus überhaupt stehen blieb, wogegen Lotze mit einer Verwerfung des Atomismus überhaupt anhebend, wie mir aus früherem persönlichen Umgang mit ihm bekannt ist, bei dem einfachen Atomismus stehen geblieben ist.

Lotze's erste Aeusserungen über diesen Gegenstand finden sich in einer Anzeige der ersten Auflage dieser Schrift in den Götting. gel. Anz. 1855. S. 1097, wo er bezüglich des einfachen Atomismus sagt: „Ich selbst glaube, auf diese eigentlich doch nahe liegende Vorstellungsweise aus andern und nächstens zu erörternden Gründen gleich selbstständig gekommen zu sein“, und weiter: „In der Schilderung der Tauglichkeit dieser Hypothese (der einfachen Atome) zur Reconstruction

\*) Ges. Werke, Band VIII. S. 487.

der jetzt in der Physik geltenden Vorstellungen ist mir Fechner in seiner . . . Darlegung zuvorgekommen, die ich der aufmerksamen Beachtung, namentlich der philosophischen Leser empfehlen möchte; über die Gründe meines Glaubens an diese Auffassung muss ich mir dagegen vorbehalten, anderswo zu sprechen. Sie liegen im Allgemeinen in der Theorie des Raumes.“

Nun hat zwar Lotze, so viel ich weiss, von dieser theoretischen Begründung bis jetzt nur die S. 73 mitgetheilte Andeutung gegeben, wohl aber die psychologische Verwerthung der Ansicht im ersten Bande seines Mikrokosmos unter dem Abschnitt „Das Leben der Materie“ S. 374 ff. dargelegt. Hienach identificirt Lotze die Seelen der Menschen und Thiere mit einfachen räumlich discreten Atomen, d. h. die nach ihren äussern physikalisch verfolgbaren Wirkungen als solche aufzufassen sind, indess sie in sich Bewusstseinserscheinungen haben. Jede Seele eines Menschen oder Thieres hat einen punktförmigen Sitz im Gehirn\*). Die übrigen Atome des Körpers und der Körperwelt sind den Seelen an sich gleichartige, nur nicht eben so zum Bewusstsein erwachte, wenn auch dieses Erwachens an sich fähige, Wesen. Hierin, so wie überhaupt in der Ausführung der Beziehungen von Leib und Seele, stimmt Lotze, wie nicht anders sein kann, wesentlich mit Herbart überein, verfolgt aber diese Beziehungen eingehender mit mehr Rücksicht auf die Schwierigkeiten, welche der einfache Seelensitz darbietet; lässt auch die gesammten Atome der Welt weder durch praestabilirte Harmonie im Sinne von Leibniz, noch die Störungsintentionen und dagegen geübten Selbsterhaltungen im Sinne von Herbart in Beziehung treten, sondern (Mikr. I. 413 ff. II. 45 ff.) durch eine „unendliche Substanz“ oder ein „substanzielles Unendliches“, in dessen Wesen alle Gesetze, aller Causalzusammenhang der Dinge mit diesen selbst begriffen sind, welches in den einzelnen Erscheinungen und Dingen seinem Wesen nach überall voll gegenwärtig ist, aber doch dieses Wesen in keinem voll kund giebt, und das letzte Princip seines Wirkens und Webens in der Idee des Guten hat, ohne dass ihm jedoch Lotze den Namen Gott giebt oder, wie es scheint, eine bewusste Persönlichkeit beilegt.

Als monadologische Ansichten haben sich noch ferner philosophischerseits geltend gemacht die Ansichten von Maximilian Drossbach, Herm. Langenbeck und J. H. Fichte, die freilich einer phy-

\*) Medicin. Psychol. S. 115. Mikrokosmos I. S. 316.

sikalischen einfachen Atomistik so fern liegen, dass eigentlich kein anderer Anlass ist, ihrer hier zu gedenken, als einerseits zu zeigen, wie weit sich der Ideenkreis, in den die physikalische Atomistik eintritt, philosophischerseits überhaupt verzweigt hat, andererseits zu verhüten, dass man sich durch den Titel ihrer Schriften oder den Ausdruck Atom, den sie gebrauchen, verleiten lasse, etwas von physikalischer Atomistik darin zu suchen.

Drossbach hat seine Ansichten in folgenden Schriften entwickelt: Die Harmonie der Ergebnisse der Naturforschung mit den Forderungen des menschlichen Gemüths oder die persönliche Unsterblichkeit als Folge der atomistischen Verfassung der Natur. Lpz., Brockhaus, 1858 und: die Genesis des Bewusstseins nach atomistischen Principien. Lpz., Brockhaus, 1860. Auch er identificirt Körperatome mit Seelen und gründet namentlich auf den unzerstörbaren Bestand derselben die Unsterblichkeit. Aber weder nimmt er die Körperatome für ausdehnungslos, noch den Raum zwischen ihnen für leer an (welches Letztere freilich Leibniz und Herbart auch nicht thun, aber doch Ersteres); Drossbach's sogenannte Atome sind Kraftkugeln, wie er selbst sie mehrfach nennt, welche einander durchdringen, ohne ein vom Kraftinhalt substantiell unterschiedenes Centrum, nur dass Drossbach doch die Centren der Kraftkugeln als in endlichen Entfernungen von einander und demgemäss jeden Körper nur durch eine endliche Zahl derselben constituirt denkt.

Die Kraftkugeln sind sehr gross, z. B. die der Erde so gross, dass sie bis zum Monde und zur Sonne reichen (Harm. S. 46); doch von messbarem Durchmesser (S. 39). „Aber die Atome bestehen nicht aus einer Kraft allein, folglich nicht aus einer messbaren Kraftsphäre allein, sondern aus mehreren. Es kann gezeigt werden, dass nicht jede Kraft in einen gleich grossen Raum wirkt, vielmehr wirken die einen Kräfte in sehr grosse Entfernungen, während andere in der nächsten Nähe wirken. Daher besteht jedes Atom aus einer Menge Kraftkugeln von verschiedenem Durchmesser, welche aber alle einen Punkt zu ihrem Mittelpunkte haben“ (S. 39).

Langenbeck in seiner Inauguraldissertation: Ueber Atom und Monade. Hannover 1858, erklärt die Seelen für monadische Wesen, deren Verhältniss zu den physikalischen Atomen er aber im Wesentlichen dahingestellt lässt, wenn schon er metaphysische Beziehungen dazwischen statuirt und andeutet.

S. 6. „Unsere Atome sind die ihrer Natur nach Untheilbaren und haben als solche mit den Atomen der Naturwissenschaft — vielleicht — nichts gemein, als nur den

Namen. — S. 37. „Die physikalischen Atome sind einstweilen nur Bilder unserer naturphilosophischen. Ob sie in Wirklichkeit mehr sind, ob sie diesen gleichgesetzt werden können, lassen wir dahingestellt“. . . . „Vielleicht haben wir hier gar nicht mit den Atomen der Naturwissenschaft . . . zu thun, sondern mit Untheilbaren, gegen die möglicherweise selbst das Atom der Physik schon eine Molecula — wohl gar eine kolossale Moles ist.“

J. H. Fichte in s. Anthropologie. 2. Aufl. 1860. S. 198 stellt einen qualitativen Atomismus auf, welchen es hier genügen muss, durch eine resumirende Stelle aus seinem Werke zu bezeichnen.

„Und so bekennen auch wir uns ausdrücklich zur Lehre von „„Atomen““ einfachen Unzerlegbarkeiten, aber qualitativer Art, welche ihren Raum setzen — erfüllen und durch ihre innere Affinität, so wie durch die damit zwischen ihnen herrschende Wechselwirkung das Phänomen relativ undurchdringlicher Körper erzeugen. Sie sind daher nicht Atome in der Bedeutung kleinster, den „„leeren Raum““ erfüllender, qualitativ gleichartiger (d. h. qualitätsloser), mechanisch unzerstörbarer „„realer Raumpuncte““, sondern im Sinne qualitativ unterschiedener Urelemente, welche damit zugleich als wahrhaft „„untheilbare““ und „„unzerstörbare““ gedacht werden müssen, weil eben ein jedes in seiner ursprünglichen Qualität den andern gegenüber selbstständig und eigenthümlich sich zu behaupten vermag.“

Das Bisherige enthält das, was mir von den philosophischen Auffassungsweisen der einfachen Atomistik und damit sachlich oder nominell zusammenhängenden Vorstellungsweisen bekannt ist. Um es zu resumiren, so nehmen Leibniz, Wolff, Herbart zwar einfache, metaphysisch unterscheidbare Wesen als letzte Elemente der Körperwelt an, fassen sie aber nicht als räumlich oder physisch discret, sondern statuiren ein Verhältniss dazwischen, welches vom Physiker als continuirliche Raumerfüllung zu fassen ist; und da die Verneinung einer solchen zur physikalischen Atomistik wesentlich gehört, so sind sie eigentlich gar nicht als Atomisten im Sinne der Physik zu betrachten. Noch weniger gilt diess von Drossbach mit seinen ungeheuern Kraftkugelatomen und Langenbeck wegen unklar gelassener Beziehung seiner Atome oder Monaden zu physischen Atomen. Hingegen gehen Kant in seiner frühern Ansicht, Lotze und ich selbst auf die Annahme räumlich discreter Atome entschieden ein; wir unterscheiden uns aber darin, dass Kant überhaupt seinen einfachen Atomen keinen psychischen Werth giebt, Lotze sie einzeln mit bewussten und unbewussten Seelen ähnlich wie Leibniz und Herbart identificirt, ich selbst das Seelendasein an ihr Zusammensein knüpfe, ein Unterschied der Ansichten, von welchem das 28. Capitel des Näheren handeln wird.

Eine irgendwie eingehende physikalische Verwerthung der einfachen Atomistik hat, mit Ausnahme meines eigenen Versuches in dieser Schrift, der doch auch in Specialitäten wenig eingeht, von keiner der bisherigen Seiten statt gefunden. Jetzt komme ich zu denjenigen Auffassungen und Darstellungen derselben, welche rücksichtslos auf etwaige psychologische Verwerthung ausschliesslich in physikalischem Interesse gemacht worden sind, und uns hier vorzugsweise angehen.

Irre ich nicht, so muss der Jesuit Roger Boscovich aus Ragusa (1711 — 1787), ein gründlicher Physiker und Mathematiker, als der eigentliche Urheber der physikalischen einfachen Atomistik mit räumlich discreten Atomen angesehen werden; ja ich bin erstaunt, nachdem ich auf ihn aufmerksam geworden, die wesentlichsten Grundbestimmungen der einfachen Atomistik, wie sie von mir in dieser Schrift ohne vorherige Kenntniss seiner Ansicht vorgetragen wurden, schon mit so grosser Klarheit, Entschiedenheit und Vollständigkeit ausgesprochen zu finden und selbst das, im vorigen Capitel von mir mit der einfachen Atomistik in Beziehung gesetzte, Gesetz der Abwechselung anziehender und abstossender Kräfte je nach der Distanz nicht minder von ihm damit in Beziehung gesetzt zu sehen, wenn schon ohne Bezugnahme auf multiple Kräfte, demnach in anderer Form. Auch ist er nicht bei der allgemeinen Aufstellung der Grundpunkte der einfachen Atomistik stehen geblieben, sondern hat die ganzen Hauptlehren der Physik auf ihrer Unterlage zu entwickeln gesucht.

Die erste Darstellung seiner Ansichten hat Boscovich in verschiedenen Dissertationen 1745, 1754, 1755, 1757 (verzeichnet p. 3 seiner *Theoria*) gegeben, eine ausführliche Darstellung derselben aber in folgendem Werke: *Theoria philosophiae naturalis reducta ad unicam legem virium in natura existentium*, auctore P. Rogerio Josepho Boscovich, Societatis Jesu. Venetiis 1763. \*)

Der Hauptgesichtspunkt, von dem Boscovich bei Begründung seiner Theorie ausgeht, ist, dass eine plötzliche Ausgleichung oder überhaupt Aenderung der Geschwindigkeiten an einander stossender, sei es elastischer oder nicht elastischer, hinter einander hergehender oder gegen einander laufender, Körper im Momente wirklicher Berührung nicht ohne Verletzung des Gesetzes der Continuität veränderlicher Grössen, eine allmälige nach Eintritt der Berührung nicht ohne Verletzung der

\*) Grassmann citirt eine andere Ausgabe, Wien 1758.



Undurchdringlichkeit gedacht werden könne, wie man des Näheren aus dem im folgenden Capitel gegebenen Auszuge seiner Theoria (insbesondere § 18) ersehen kann. Hierüber sowie über die Nothwendigkeit, das Gesetz der Continuität veränderlicher Grössen und die Undurchdringlichkeit als unverbrüchlich anzusehen, geht er in sehr ausführliche Erörterungen ein und sucht sie gegen entgegenstehende Ansichten sicher zu stellen. Beides vorausgesetzt aber müsse eine Repulsivkraft angenommen werden, welche es gar nicht zur Berührung beim Stosse kommen lasse, sondern eine allmälige Ausgleichung der Geschwindigkeiten schon vorher bewirke, und diese Repulsivkraft müsse mit der Nähe der Körper oder Körpertheilchen ins Unbestimmte wachsend gedacht werden, damit sie auch durch noch so grosse Geschwindigkeit des anstossenden Körpers nicht überwunden werden könne, sondern in jedem Falle das Zustandekommen der Berührung und somit die Annahme eines Sprunges in der Geschwindigkeit oder einer Compenetration der Materie beim Stosse ausschliesse. Bei Vorhandensein einer solchen in grösster Nähe unbestimmbar grossen Repulsivkraft aber könne es gar nicht zu einer zusammenhängenden Materie kommen.

Nun wird allerdings der Dynamiker die Impenetrabilitas der Materie, hiemit eine wesentliche Voraussetzung in Boscovich's Theorie, die von ihm (p. 12. 17 seiner Theoria) durch Induction als begründet angesehen und später (p. 164. 165) im Sinne der Theorie selbst näher erläutert wird, nicht zuzugeben brauchen, vielmehr die chemischen Verbindungen und die Verdichtung der Körper durch Druck in entgegengesetztem Sinne geltend machen können. \*) Hat man sich aber durch die in unserer physikalischen Atomistik zur Sprache gebrachten Gründe vorweg bestimmen lassen, die dynamische Deutung dieser Phänomene fallen zu lassen, so scheint die Boscovich'sche Betrachtung in der That geeignet, von der physikalischen zur einfachen Atomistik überzuführen, wenn schon sie als eine strenge nicht gelten kann; da man namentlich gegen die Nothwendigkeit, eine mit wachsender Nähe ins Unbestimmte wachsende Repulsivkraft anzunehmen, einwenden kann, dass die Voraussetzung von Geschwindigkeiten, welche jede gegebene Gränze über-

\*) Obwohl Kant in s. metaphys. Anf. d. Nat. (ges. Werke VIII. S. 483) den Satz aufstellt und in seinem Sinne beweist: „Die Materie kann in das Unendliche zusammengedrückt, aber niemals von einer Materie, wie gross auch die drückende Kraft derselben sei, durchdrungen werden.“

steigen können, ein unerwiesenes Postulat ist, denn möglicherweise könnte ein Maximum davon durch die realen Kraftverhältnisse der Materie selbst gesetzt sein. Sei dem aber wie ihm sei, so hat mich die historische Wichtigkeit der Boscovich'schen Theorie veranlasst, im folgenden Capitel einen wörtlichen Auszug ihrer Grundgesichtspunkte zu geben, ohne jedoch in die Ausführung der Physik auf der Basis dieser Gesichtspunkte einzugehen, welche man jedenfalls für antiquirt anzusehen haben dürfte.

Unter den Philosophen stimmten Dugald Stewart aus Edinburg in seinen *philosophical essays*, Edinb. 1816, und James Mackentish (Mél. phil.) der Boscovich'schen Ansicht bei und nennen sie die beste auf diesem Gebiete, welche nichts gemein hat mit dem Idealismus Benkoley's und nicht im Mindesten mit dem Dasein der äussern Welt in Widerspruch tritt. Hingegen wurde dieselbe von Deluc aus dem Gesichtspunkte angegriffen, dass eine Thätigkeit ohne Substanz, wofür er die einem Punkt zugeschriebene Kraft erklärte, gar nichts sagen wolle. Auch hier also die Verwechslung von Punkt und Nichts. Ich kenne übrigens die Ansichten von Stewart, Mackentish und Deluc blos aus Citaten von Grassmann und Schyanoff.

Bei den Physikern scheint der Versuch Boscovich's keinen erheblichen oder nachhaltigen Eindruck gemacht zu haben, denn ich kenne keinen Physiker, der bis zu den dreissiger Jahren des jetzigen Jahrhunderts auf die einfache Atomistik zurückgekommen wäre; und wenn von dieser Zeit an eine ganze Reihe mathematischer Physiker Frankreichs sich dazu bekannt hat, ist es ohne Bezugnahme auf Boscovich und, wie es scheint, ganz unabhängig von ihm geschehen. Als solche neuere Vertreter sind insbesondere zu nennen und schon S. 157 vorläufig genannt: Ampère, Cauchy, Séguin, Moigno, St. Venant.

Wie es scheint, sind Ampère und nach ihm Cauchy diejenigen, welche unter den Neueren die Priorität haben.\*) Da sich Cauchy auf

---

\*) Grassmann führt in seiner Atomistik S. 23 unter den Vertretern der einfachen Atomistik zuerst Poisson auf, indem er sich dabei auf die *Ann. de ch. et de phys.* XXXVI XXXIX. (1827. 1828) und das *Journal de l'École polyt. cah. 20. 1829* bezieht. Aber in den Abhandlungen Poisson's, welche sich an diesen Orten finden, und die ich deshalb ausdrücklich eingesehen, finde ich wohl Hinweise auf die Nothwendigkeit, die Gleichgewichts- und Bewegungsgleichungen elastischer und flüssiger Körper vielmehr auf die Annahme von *molécules disjointes* als eine Continuität der Materie zu gründen, nirgends aber eine Erklärung darüber, dass die *molécules*

Ampère bezieht, so ist Ampère Cauchy'n jedenfalls in Aufstellung der Ansicht vorausgegangen. Doch kenne ich Ampère's Darstellung nicht aus eigener Ansicht; nach Grassmann's Angabe findet sie sich im Cours du collège de France 1835—1836. Aus Cauchy's Darstellung entlehne ich auszugsweise Folgendes nach einer in Moigno's Cosmos (1835. T. II.) mit Anführungszeichen aus; Cauchy's Leçons wörtlich wiedergegebene Stelle:

„Suivant Newton, disait M. Cauchy, dans une de ses leçons de physique sublime à Turin, les molécules intégrantes des corps seraient solides, dures et invariables, en sorte, qu'elles ne pourraient changer de dimensions ni de figures. Mais cette opinion ne saurait s'accorder avec un phénomène récemment observé par M. Mitscherlich. En soumettant les cristaux à l'action de la chaleur, cet habile physicien a reconnu, qu'ils subissent des dilatations inégales dans les différents sens, et que les inclinaisons de leurs faces varient; or, pour expliquer ce phénomène, il faut nécessairement supposer, que par l'addition du calorique les molécules intégrantes non-seulement s'écartent les unes des autres, mais changent réellement de forme . . . Ampère a fait voir, de son côté, que pour rendre raison de plusieurs phénomènes relatifs aux combinaisons de gaz, il suffisait de considérer les molécules des différents corps comme composés chacune de plusieurs atomes, dont les dimensions sont infiniment petites, relativement aux distances, qui les séparent. . . Si donc il nous était donné d'apercevoir les molécules intégrantes des différents corps soumis à nos expériences, elles présenteraient à nos regards des espèces de constellations; et en passant de l'infiniment grand à l'infiniment petit, nous retrouverions dans les dernières particules de la matière, comme dans l'immensité des cieux, des centres d'action sans étendue placés en présence les uns des autres. . . Dans l'opinion de M. Ampère, les dimensions des atomes, dans lesquels résident les centres d'action moléculaires, ne doivent pas être

disjointes oder deren Atome als einfach oder als Punkte anzunehmen seien; glaube auch nach meinen Erinnerungen nicht, dass eine solche Erklärung sich überhaupt in einer Abhandlung von Poisson findet. — Von Moigno (Cosmos T. II. p. 374) wird Faraday mit Ampère und Cauchy in Verbindung als Vertreter der Ansicht von einfachen Atomen genannt, aber nur aus dem Gesichtspunkte, dass er die Materie auf Kraftcentra reducirt. Aber diese Kraftcentra sind nach ihm continuirlich (Philos. mag. 1844. Févr.), und er steht in sofern vielmehr im Gegensatz zur atomistischen Ansicht, welche eine räumliche Discretion der Kraftcentra statuirt.

considérées seulement comme très-petites relativement aux distances, qui le séparent, mais comme rigoureusement nulles. En d'autres termes, ces atomes qui sont les véritables êtres simples, dont la matière se compose, n'ont pas d'étendue. . . . Il semble, au premier coup d'oeil, que priver d'étendue une parcelle de matière, ce soit l'anéantir complètement; mais en y réfléchissant, il est facile de concevoir, comment la matière même composée d'atomes simples continue néanmoins à jouir des propriétés, qui manifestent sa présence, l'étendue . . . , l'im-pénétrabilité . . . , la tangibilité etc. etc. Dans la théorie mathématique de la lumière nous considérons la sensation lumineuse comme produite par la propagation du mouvement dans un éther composé d'atomes, qui n'auraient point d'étendue et qui agissent les uns sur les autres à de très-petites distances.“

„Il résulte de se qui précède, que s'il plaisait à l'auteur de la nature, de modifier seulement les lois, suivant lesquelles les atomes s'attirent ou se repoussent, nous pourrions voir à l'instant même les corps le plus durs se pénétrer les uns les autres, les plus petites parcelles de matière occuper des espaces démesurés, ou les masses les plus considérables se réduire aux plus petites volumes, et l'univers se concentrer, pour ainsi dire, en un seul point.“

Séguin hat die Annahme einfacher Atome mit den Ansichten in Beziehung gesetzt, von welchen S. 192 die Rede war, und Moigno nimmt bei Gelegenheit der Mittheilung derselben in Band I u. II seines Cosmos diese Annahme mit seiner gewöhnlichen Lebhaftigkeit in Schutz. In dem *Compte rend.* T. XXXVII. p. 705 knüpft Séguin dieselbe an vorgängige allgemeine Erörterungen über die Cohäsion mit folgenden Worten an: „Par cela même, qu'il n'y a pas de limites possibles à la petitesse, que l'on peut assigner aux molécules des corps, n'est-il pas plus simple, plus naturel, plus élégant, et même plus en rapport avec l'idée, que nous avons des œuvres du Créateur, qui a dressé partout devant nous cette barrière infranchissable de l'infini ou de l'infiniment petit, contre laquelle notre esprit est obligé de venir sans cesse se briser, de considérer les dernières molécules des corps comme dépourvues de dimensions, ainsi que M. M. Ampère et Cauchy l'ont admis, ou mieux de les réduire à de simples centres d'action, comme l'a fait M. Faraday?“

Saint Venant's Darstellung ist enthalten in seinem Mémoire sur la question de savoir s'il existe des masses continues, et sur la nature probable

des dernières particules des corps. Paris 1844. (Société philomatique de Paris. Sitzung am 20. Jan. 1844), das nach seinem grössern Theile von Grassmann in dessen Atomistik S. 29 ff. in wörtlicher Uebersetzung reproducirt ist. St. Venant stellt eine ganze Reihe physikalisch-mathematischer Gesichtspunkte zur Begründung der einfachen Atomistik auf, ohne jedoch solche so scharf und klar zu entwickeln, dass ich zu einer eingehenden Mittheilung daraus Anlass fände.

Unter den deutschen Fach-Physikern und Mathematikern ist die Möglichkeit einfacher Atome bis jetzt nur beiläufig statuirt worden von W. Weber, Helmholtz, Hoppe, wie ich S. 157. 160 mitgetheilt habe. Hiegegen hat der, in mathematischen Studien selbst nicht unbewanderte, Bruder des bekannten verdienstvollen Mathematikers H. Grassmann, Robert Grassmann\*), in seiner Schrift: „Die Atomistik, erstes Buch der Lebenslehre oder der Biologie. Stettin 1862,“ die einfache Atomistik nicht nur im Allgemeinen behauptet, sondern auch die Hauptlehren der Physik und Chemie auf Grundlage derselben zu entwickeln versucht. Kann ich nun schon diesem Versuche aus den schliesslich anzuführenden Gründen in wesentlichsten Punkten nicht beistimmen, so glaube ich doch in Betracht dessen, dass er manches Sinnreiche enthält, dass er nach Boscovich's Theoria der erste Versuch einer derartigen Ausführung ist, und dass er mit meinem eigenen, im vorigen Capitel gemachten, Versuche, zu den Grundkräften der einfachen Atome zurückzugehen, in Conflict kommt, nicht umhin zu können, die Hauptpunkte dieses Versuches mit Folgendem etwas näher zu bezeichnen und meine ablehnende Stellung dazu zu motiviren.

Die Atomistik Grassmann's, ein Schriftchen von 90 Seiten, ist nur das erste Buch eines in Aussicht gestellten grösseren Werkes, in welchem sich der Verfasser die grösste Aufgabe gestellt hat, welche sich die Wissenschaft überhaupt stellen kann, indem nämlich diess Werk in einer ersten Abtheilung von 2 Bänden „die gesammten Welt- und Naturwissenschaften“, im Ganzen aber „das Gebäude des menschlichen Wissens“ überhaupt, darunter „allgemeine Wissenschaftslehre, Staatswissenschaft, Theologie, Metaphysik“ zu umfassen bestimmt ist.

In Betreff der Nothwendigkeit, bis zur Annahme einfacher Atome zurückzugehen, fusst der Verf. wesentlich auf den französischen Vorgängern, ohne sich auf neue Begründung einzulassen. Geschichtlich

\*) Jetzt Buchhändler in Stettin, nachdem er früher Theologie studirt und das Lehrereexamen gemacht hat.

gedenkt er auch Leibniz's und Boscovich's. Die Hauptsätze seiner Atomistik, wozu er geglaubt, eine neue Terminologie einführen zu müssen, sind folgende:

Die letzten Theile der Körperwelt sind untheilbare, in einem leeren Raume schwebende Punkte, Atome, von blossen Raumpunkten dadurch unterschieden, dass sie Kräfte äussern.

Die Kräfte der letzten Punkte sind theils anziehender theils abstossender Natur, befolgen aber sämmtlich das Gesetz des umgekehrten Quadrats der Entfernung, was eben so durch Induction nach der Beschaffenheit der besterkannten Grundkräfte, als nach dem Begriffe, den wir von einer Ausdehnung der Kraft im Raume haben müssen, folgt.

Es sind ponderable und imponderable einfache Atome zu unterscheiden, Körperpunkte und E-Punkte (Elektricitätspunkte) nach Grassmann's Ausdruck. Erstere anlangend, „so muss man entweder behaupten, dass die einfachen Körperpunkte der Grundstoffe verschiedene Gewichte besitzen, welche den Mischgewichten der Stoffe entsprechen, oder man muss annehmen, dass die sog. Grundstoffe noch abermals zusammengesetzt seien und dass es Urstoffe gebe, welche schliesslich erst aus einfachen Körperpunkten bestehen, deren Gewicht gleich sei. Die Erfahrung hat über diese Frage noch nicht entschieden und wird man daher zunächst an der ersten Auffassung festhalten müssen, wenn auch die letztere an sich sehr viel mehr Wahrscheinlichkeit besitzt“. Wie dem auch sei, so ziehen sich die Körperpunkte sämmtlich nach dem Gravitationsgesetze an, müssen aber doch nach dem alsbald anzugebenden doppelten Verhalten zu den E-Punkten für doppelter Art angenommen werden.

Die E-Punkte sind ebenfalls zweierlei,  $+E$  und  $-E$ , indem sie durch die Grundbestandtheile der entgegengesetzten Elektricitäten repräsentirt sind, und die demgemässen bekannten Abstossungs- und Anziehungskräfte je nach Gleichartigkeit oder Ungleichartigkeit gegen einander äussern.

Jeder Körperpunkt zieht den einen E-Punkt aber so stark an, als er den andern abstösst; die Körperpunkte unterscheiden sich aber in  $+E$  Punkte und  $-E$  Punkte, je nachdem sie die  $-E$  oder  $+E$  Punkte anziehen.

Der Aether des Weltalls besteht in seinen letzten Theilen aus E-Punkten, welche je zwei zu einem E-Paare nach dem Bilde eines Doppelsterns vereinigt sind und desshalb nicht durch ihre Anziehung in einen Punkt zusammenlaufen, weil sie eben wie die Sterne eines Doppelsternes einander umkreisen. Die E-Paare des Aethers sind gewichts-

los, weil Anziehung und Abstossung der componirenden E-Punkte gegen wägbare Körper sich die Wage halten. Grassmann beweist (S. 40) durch eine einfache Rechnung, dass, wenn zwei E-Paare mit ihren 4 Punkten in einer geraden Linie liegen und beide Paare weit von einander entfernt in Verhältniss zur gegenseitigen Entfernung der Punkte jedes Paares sind, die Anziehung oder Abstossung beider E-Paare (je nach Zuwendung der ungleichartigen oder gleichartigen Punkte beider Paare) merklich im umgekehrten Verhältniss der vierten Potenz der Entfernung steht, und setzt diess damit in Beziehung, dass Cauchy bewiesen habe, „die Aetheratome ziehen sich gegenseitig an oder stossen sich gegenseitig ab, umgekehrt wie die vierten Potenzen ihrer Entfernung.“\*)

Was wir Molecule zu nennen gewohnt sind, nennt Grassmann Körner. Jeder aus Körnern zusammengesetzte Körper besitzt im natürlichen Zustande beide Arten E-Punkte, zu E-Paaren, Aethertheilchen verbunden, in gleicher Menge, welche aber durch die bekannten Mittel in der Art getrennt werden können, dass sie als freie Electricitäten zum Vorschein kommen.

Jeder  $+$  oder  $-$  Körperpunkt eines Kornes insbesondere ist von einem Kranze aus E-Paaren (Aetherhülle) umgeben, welche dem Körperpunkte den ungleichartigen Punkt zukehren, den gleichartigen davon abkehren. Hieraus resultirt, unter Voraussetzung, dass der Abstand der E-Punkte jedes Paares von einander klein im Verhältniss zum Abstände des E-Paares vom Körperpunkte ist, eine Anziehung des ganzen E-Paares gegen den Körperpunkt im umgekehrten Verhältniss des Cubus der Entfernung, wie wieder durch eine einfache Rechnung (S. 44) bewiesen wird. Indem bei einem  $+$  Körperpunkt alle  $-$  E-Punkte, bei einem  $-$  Körperpunkte alle  $+$  E-Punkte in sämtlichen Körnern nach

\*) Der Verfasser bemerkt (S. 39), dieser glückliche Gedanke, dass das Cauchy'sche Gesetz sich durch Repräsentation der Aethertheilchen als E-Paare erklären lasse, rühre von seinem Bruder H. Grassmann her. Er giebt die Stelle von Cauchy's Beweis nicht an, bezieht sich aber dabei unstreitig auf Cauchy's Mémoire sur la dispersion de la lumière (p. 185), wo Cauchy jedoch nicht beweist, dass sich die Aethertheilchen nach obigem Gesetze anziehen oder abstossen, sondern (p. 191) dass „dans le voisinage du contact cette action soit répulsive et réciproquement proportionnelle au bicarré de la distance.“ Dabei liegt die, eine Vernachlässigung von Grössen höherer Ordnung gestattende, Voraussetzung unter, dass der Aether des Himmelsraumes anders als der Aether in den Körpern alle Farbenstrahlen mit gleicher Geschwindigkeit fortpflanze; welche Voraussetzung Cauchy darauf begründet, dass die Sterne statt als (meist weisse) Lichtpunkte, uns sonst als sehr schmale Streifen mit den Spectralfarben erscheinen müssten.

Aussen liegen, müssen sich die E-Paare der verschiedenen Körner eines aus gleichartigen Körnern zusammengesetzten Körpers selbst einander abstossen. „Diese gegenseitige Abstossungskraft hält vereint mit der etwaigen Centrifugalkraft der E-Paare der Anziehungskraft der Körperpunkte (gegen einander) das Gleichgewicht und bestimmt die Entfernung der E-Punkte von den Schwerpunkten der Körperpunkte.“ (S. 41.) Bei Näherung der Körperpunkte gegen einander wächst die Abstossung der daran gebundenen Kranzringe, nimmt hingegen bei wachsender Entfernung ab, womit sich die Erscheinungen der Elasticität erklären.

Auf Grund dieser Hauptsätze entwickelt der Verf. in allgemeinen Betrachtungen die Hauptlehren der Elektrizität, des Galvanismus, der Wärme, des Lichtes, des Chemismus u. s. w.

Nach einer mündlichen Unterhaltung, die ich Gelegenheit hatte, mit dem Verf. zu pflegen, giebt auch er den einfachen Atomen einen psychischen Werth im Sinne Lotze's (ohne von dessen Ansicht zuvor Kenntniss gehabt zu haben) und hatte er die Absicht, in der Fortsetzung des Werkes, wozu seine Atomistik den Eingang bildet, diese Ansicht zu entwickeln.

Was ich nun Bedenkliches in all dem finde, ist Folgendes:

1) Die Ansicht, dass alle Grundkräfte das umgekehrte Verhältniss des Quadrats der Entfernung befolgen, kann triftig weder aus dem Begriffe der Kraft gefolgert werden, wie S. 126 ff. besprochen ist, noch durch Induction für andere als merkliche Entfernungen der Theilchen als erwiesen gelten. Die multiplen Kräfte, zu deren Annahme sich W. Weber durch die elektro-dynamischen Erscheinungen genöthigt gesehen hat und auf die man noch durch andere Gesichtspunkte geführt werden kann (vgl. Cap. 25), fallen dabei ganz ausser Betracht. Grassmann hat aber nicht gezeigt, wie sich dieselben Erscheinungen ohne diese Annahme erklären lassen.

2) Alle Körperpunkte sollen sich gegenseitig anziehen, sowohl + Punkte unter einander, als — Punkte unter einander, als endlich + Punkte und — Punkte gegenseitig; in dieser Hinsicht also beiderlei Körperpunkte gleichartig sein, aber doch dadurch verschieden, dass die einen dieselben E-Punkte anziehen, welche die andern abstossen. Wie zweierlei Körperpunkte, werden zweierlei E-Punkte statuiert, aber während die gleichartigen Körperpunkte einander eben so anziehen, als die ungleichartigen, stossen sich die gleichartigen E-Punkte ab und nur die verschiedenartigen ziehen sich an. Eine solche Incongruenz in



den Verhältnissen der Grundkräfte erscheint mindestens sehr unwahrscheinlich.

3) „Das Hervortreten der  $+E$  im Zink und der  $-E$  im Kupfer bei Berührung kann (nach Grassmann S. 48) offenbar nur darin seinen Grund haben, dass die Zinkpunkte mehr die  $+E$ , die Kupferpunkte mehr die  $-E$  von den E-Punkten anziehen, dass daher an der Berührungsstelle der beiden Metalle die beiden E-Punkte der E-Paare getrennt, die  $+E$  dem Zink, die  $-E$  dem Kupfer zugeführt werden, und dass sich beide auf den trefflichen metallenen Leitern ungestört ausbreiten.“

Aber wie kommt es dann überhaupt je zu einem natürlichen Zustande des Kupfers und Zinks, in welchem nach Grassmann (S. 38) wie nach der gewöhnlichen Annahme,  $+E$  und  $-E$  in gleicher Menge vorhanden sind? Das Kupfer sollte dann stets negativ, das Zink positiv gefunden werden. Wie kommt es, dass Zink die negative Elektrizität durch Ueberleitung eben so leicht annimmt und abgibt, als die positive u. s. w.?

Erstern Einwände könnte der Verfasser vielleicht dadurch zu begegnen suchen, dass in den kranzförmigen Umringen aus E-Punkten, welche die  $+K$  Körperpunkte im Zink umgeben, alle  $-E$ -Punkte nach Innen, dem Körperpunkte näher liegen, als die  $+E$ -Punkte, im Kupfer umgekehrt. Damit sei der stärkern Anziehung der erstern auf die  $-E$ -Punkte, der letztern auf die  $+E$ -Punkte bei Vorhandensein gleicher Mengen derselben in natürlichem Zink und Kupfer genügt. Aber zuvörderst wäre dann zu beweisen, was zu beweisen oder nur anzunehmen unmöglich sein dürfte, dass durch solche verschiedene Vertheilung der  $+E$ -Punkte und  $-E$ -Punkte bei gleicher Menge derselben der verschiedenen Anziehungskraft der  $+K$  Körper und  $-K$  Körperpunkte in gleicher Weise Genüge geschehen kann. Denn man muss zwar zugestehen, dass wegen der gegenseitigen Anziehung der  $+E$  und  $-E$ -Punkte sowohl der  $+K$  Körper als  $-K$  Körper beide enthalten wird, aber doch nicht in gleicher Menge. Sei es aber zugestanden, so wird nun um so weniger erklärlich, wie ein  $+K$  Körper, in welchem die  $+E$ -Punkte alle nach Aussen gekehrt sind, die  $+E$  Elektrizität noch so leicht durch Ueberleitung aufnehmen und abgeben kann, als ein  $-K$  Körper. Endlich widerspricht der Verfasser jener Anordnung der E-Punkte in festen Lagen, woraus er u. a. auch die Elasticitätsverhältnisse erklärt, durch die anderwärts aufgestellte Ansicht, dass die E-Punkte jedes E-Paares nicht nur im Aether des Himmelsraums, sondern auch in den Körpern (S. 61), aus-

genommen im Zwischenraume zwischen chemisch differenten Körnern (S. 62), um einander wie die Sterne eines Doppelsternes kreisen.

Ich gestehe, dass es mir beim besten Willen nicht gelungen ist, über diese Widersprüche und was damit zusammenhängt hinwegzukommen; und wenn dem Verfasser eine Auflösung derselben zu Gebote steht, so liegt sie wenigstens nicht auf der Hand.

### Zusatzcapitel.

Die Gründe, das erste der folgenden Zusatzcapitel beizufügen, sind S. 231 angeführt. Das zweite mag man als einen Excurs betrachten, der aus bloß physikalischen Gesichtspunkten nicht interessiren, aber als Anhang an eine philosophische Atomistik wohl Platz finden kann.

### XXVII. Auszugsweise Darstellung der Grundgesichtspunkte der einfachen Atomistik aus Boscovich's Theoria philosophiae naturalis.

Boscovich's Auffassung des Begriffes der einfachen Atome ward schon S. 153 angeführt. Was er als Hauptpunkte seiner Theoria ansieht, fasst er selbst in der, seiner Theoria vorangehenden, Synopsis totius operis (p. XVII) wie folgt zusammen.

Materiam constantem punctis prorsus singularibus, indivisibilibus, et inextensis, ac a se invicem distantibus, quae puncta habeant singulam vim inertiae, et praeterea vim activam mutuam pendentem a distantia, ut nimirum, data distantia, detur et magnitudo, et directio vis ipsius, mutata autem distantia, mutetur vis ipsa, quae, imminuta distantia in infinitum, sit repulsiva, et quidem exerescens in infinitum: aucta autem distantia, minuat, evanescat, mutetur in attractivam crescentem primo, tum decrescentem, evanescentem, abeuntem iterum in repulsivam, idque per multas vices, donec demum in majoribus distantia abeat in attractivam decrescentem ad sensum in ratione reciproca duplicata distantiarum.

Aus der Pars prima theoriae (p. 1 ff.), überschrieben Theoriae expositio, analytica deductio et vindicatio, entnehme ich Folgendes: