

Die Theorie der Materie in physikalischer und philosophischer Sicht*

Von ALBERT MIECZYŚLAW KRAPIEC O.P.

Man kann dieselbe Wirklichkeit in verschiedenen Gebieten der Wissenschaft untersuchen, indem man sich ein abweichendes Objekt und eine ihm entsprechende Forschungsmethode bestimmt. Es gibt aber auch Gebiete des Daseins, an denen verschiedene Wissenschaften interessiert sind. Zu solchen Gebieten der Wirklichkeit gehört die *Materie*, mit der sich fast alle Einzelwissenschaften beschäftigen, und auch die Philosophie gibt eine Interpretation.

Von allen Wissenschaften geben zwei einzelne eine allgemeine Theorie über die Materie: die theoretische Physik und die Philosophie. Die Ergebnisse der physikalischen Untersuchungen und die philosophische Analyse bieten ein sich ergänzendes Bild der Materie. Wenn wir uns nämlich in der Physik (in einem bestimmten Ausmaß) den „*Bau*“ der Materie, ihre sich immer mehr vertiefenden konstruktionellen Konturen, klar machen, dann ergründen wir in der Philosophie, was die Materie in sich, was ihre „*Natur*“ ist. Die philosophische Erkenntnis der „*Natur*“ der Materie vollzieht sich nicht unmittelbar; sie stützt sich auf die Ablehnung absurder Konsequenzen, die durch irgendwelche beliebigen Voraussetzungen entstehen. Hinsichtlich des Verhältnisses zum Objektiven, des Maßes der Möglichkeit, der Erklärung der Materie ist sie höchst unvollkommen. Darüber hinaus ist sie durch die Notwendigkeit dauernder Reflexionen deshalb bedingt, um allzu einfache, eindeutige „*Lösungen*“ zu vermeiden. Die bescheidenen Ergebnisse der philosophischen Analyse haben jedoch einen Wert; denn sie machen es dem Menschen klar, daß er nicht viel auf einmal versteht, sondern zum Verständnis der Welt erst nach und nach gelangt.

Das Gesamtbild der Erwägungen über die Natur und die Struktur der Materie wird hier (in großen Zügen) in zwei sich ergänzenden Teilen gezeichnet werden: a) eine Darstellung der grundsätzlichen heutigen Ansichten über den Bau der Materie, b) eine Skizzierung der philosophischen Theorie über die Natur der Materie.

A. Überblick über die heutigen Ansichten über die Materie

Über den konkreten Aufbau der Materie in ihren grundsätzlichen Erscheinungen informieren uns die Chemie und die Physik. Besonders letztere hat bei der Erhellung des Aufbaus der Welt riesige Fortschritte gemacht.

Die Chemie, die seit der Zeit Boyles (1627–1691) eine Wissenschaft ist, erklärt über den Aufbau der Materie folgendes:

* Dieser Beitrag wurde nach Absprache mit dem früheren Herausgeber des PhJ von *Johannes Madey* aus dem Polnischen übertragen. Der Originaltitel ist: *Teoria Materii (Ujęcie fizyczne i filozoficzne)*: Zeszyty Naukowe Katolickiego Uniwersytetu Lubelskiego 2 (1959).

1. Es gibt ungefähr 1 Million verschiedener chemischer Substanzen in Gestalt von chemischen Verbindungen wie Wasser, Salz usw.

2. Alle chemischen Substanzen dieser Art kann man durch die Aufteilung ihrer Teile in die grundlegenden chemischen Elemente, deren Zahl etwa 92 beträgt (die Atomreaktoren ermöglichten die Schaffung künstlicher Elemente, so daß sie die Hundertzahl überschritten haben), erkennen.

3. Die gemäß der wachsenden atomaren Massen geordneten Elemente weisen in bestimmten Perioden ähnliche chemische Eigenschaften auf (periodisches Elementarsystem).

4. Die Atome verbinden sich zu Molekülen. Die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Verbindungen hängen von der Qualität, der Zahl und der Anordnung der Atome im Molekül ab.

Die Darstellung der Ansichten der heutigen Physik über den Bau der Materie stößt auf gewisse Schwierigkeiten. Diese rühren u. a. daher, daß die heutige Atomistik nicht abgeschlossen ist, sondern gewissermaßen Übergangscharakter hat, den man leichter von der dynamischen Seite, die die Entwicklung betrachtet, als von der statischen charakterisieren kann. Unsere eigentliche Aufgabe wird sein, die Ansichten über den Bau der Materie so darzustellen, wie sie in ihrer geschichtlichen Entwicklung aufgetreten sind. Wir werden von diesem Grundsatz nur da abweichen, wenn dies die Durchsichtigkeit der populär-wissenschaftlichen Darstellung notwendig macht.

Die ersten Atommodelle

Der gekörnte Aufbau der Materie und der Elektrizität. Eine der allgemeinsten Eigenschaften der Körper ist ihre Teilbarkeit. Dem Verstand des Forschers, der sich mit dem Bau der Materie beschäftigt, stellt sich als erstes die Frage: Hat die Teilung der Materie in immer kleinere Teile je ein Ende, oder ist sie unbegrenzt? Mit anderen Worten: Ist die Materie stetig, oder hat sie unstetigen, körnigen (atomaren) Charakter?¹

Die Hypothese von der unsteten Struktur der Materie wurde bereits von Demokrit (5. Jh. v. Chr.) aufgestellt, hatte damals aber rein spekulativen Charakter und stützte sich auf keine experimentellen Tatsachen. Als Begründer der physikalischen Theorie des Baus der Materie kann man den englischen Chemiker Dalton und den italienischen Physiker Avogadro (1. Hälfte des 19. Jhs.) ansehen. Die Grundlage für diese Theorie gaben die damals erkannten chemischen Gesetze, die die Abhängigkeit unter den Elementen, die miteinander verschiedene chemische Verbindungen eingehen, aufzeigten². Eine weitere Bestätigung dieser Theorie war die Feststellung der Regelmäßigkeit der physikalischen und chemischen Eigenschaften der Elemente. Sie fand Ausdruck in dem periodischen Elementarsystem, wie es Mendelejew 1868 aufgestellt hat.

¹ Cz. Biało-brzeski, *Budowa atomów i układ periodyczny pierwiastków* (Der Bau der Atome und das periodische Elementarsystem), Warschau 1948, 4 ff.

² Szczeniowski, *Budowa jądra atomowego* (Der Bau des Atomkerns), Warschau 1947, 3 ff.

Dank der Entdeckung des Elektrons am Ende des 19. Jahrhunderts stellte die Physik fest, daß nicht nur die Materie, sondern auch die Elektrizität körnig aufgebaut sei. Das zeigte sich darin, daß die Kathodenstrahlen, die, wenn man starken elektrischen Strom durch eine luftleere Lampe leitet, von der Kathode ausgesandt werden, ein Schwarm negativ elektrisierter Materiemoleküle sind. Diese nennt man Elektrone. Es ist sogar gelungen, ihre Masse zu wiegen. Das Elektron hat eine Masse von $0,91 \cdot 10^{-27}$ g; es ist 1837mal leichter als das Atom des leichtesten Elements — des Wasserstoffs (Thompson — 1898)³. Im Jahr 1927 stellte man auf der Grundlage theoretischer Prämissen fest, daß das Elektron nicht nur eine elektrische Ladung hat, sondern auch ein elementarer Magnet ist. Hier ist es wert zu erwähnen, daß die Forschungen mit Kathodenstrahlen Roentgen (1895) zu der Entdeckung von Strahlen geführt haben, die er X-Strahlen nannte. Diese entstehen dadurch, daß man einen Körper, meistens einen festen, mit Elektronen von großer Geschwindigkeit beschießt. Die X-Strahlen, auch Roentgenstrahlen genannt, haben dieselbe Struktur wie das sichtbare Licht. Der Unterschied ist der, daß sie nur eine sehr kleine Wellenlänge von 10^{-8} cm besitzen (Laue — 1912).

Die Entdeckung des Elektrons hatte u. a. die bedeutende Folge, daß sie die bisherige Anschauung von der Unteilbarkeit der Atome aufhob.

Die Überzeugung von der Festigkeit des Atoms wurde endgültig durch die Entdeckung der natürlichen Radialerzeugung erschüttert (Becquerel, Curie-Skłodowska — 1896). Damals zeigte sich auch, daß manche Elemente, z. B. Uran, Radium, von sich aus Strahlen aussenden. Diese kann man in drei Gruppen aufteilen: alpha, beta und gamma. Die alpha-Strahlen sind Moleküle von fast viermal größerer Masse als das Wasserstoffatom; die beta-Strahlen sind Elektrone; die gamma-Strahlen sind elektromagnetische Strahlen wie die X-Strahlen, doch ist ihre Wellenlänge geringer⁴.

Die Atommodelle von J. J. Thomson und Rutherford. Die damals durch Experimente bekannt gewordenen Tatsachen waren insofern reich, als es möglich war, auf ihrer Grundlage Vermutungen über den Bau der Atome anzustellen. Das Atommodell, das J. J. Thomson vorschlug, war eine Kugel, die positiv mit Materie geladen war. In ihr schwammen negativ geladene Elektrone. Die vereinte Ladung der Elektrone und der positiv geladenen Materie betrug 0.

In einem so gedachten Modell gibt es eigentlich keinen Kern. Seine Entdeckung verdanken wir erst dem englischen Physiker Rutherford (1912). Rutherford erforschte die Zerstreuung der von strahlenerzeugenden Körpern ausgesandten α -Teilchen bei ihrem Durchgang durch dünne Metallblättchen. Das Bündel paralleler α -Teilchen unterliegt nach seinem Durchgang durch die Blättchen der Zerstreuung. Einzelne, übrigens nicht viele, Teilchen, die zur Verbindung gehören, wenden sich von der ursprünglichen Richtung ab. Ihre Bahnen bilden kleinere oder größere Winkel. Manche werden sogar zurückgeschlagen und gelangen nicht auf die andere Seite des Blättchens. Es ist jedoch klar, daß

³ Białobrzeski, a.a.O. 11–14.

⁴ Ebd. 16 ff.

die Elektronen, die 7348 ($4 \cdot 1837$) mal leichter sind als die α -Teilchen, nicht imstande sind, sich auf bemerkbare Weise in der Richtung ihres Laufes fortzubewegen. Für die α -Teilchen kann ein Hindernis nur die positive Ladung des Atoms darstellen. Eine große Mehrheit der α -Teile geht durch das Blättchen hindurch, fast ohne die Richtung zu verlieren, nur ein Bruchteil unterliegt bedeutenderen Ablenkungen, die 90 Grad überschreiten und fast 180 Grad erreichen. Aus der Zahl dieser unter großen Winkeln zerstreuten Teile schließt Rutherford, daß die positive Elektrizität nicht gleichmäßig über das ganze Atom – wie dies J. J. Thomson annimmt – verteilt ist, sondern in der Mitte gleich einem winzigen Körnchen konzentriert ist. Er nennt diese Erscheinung den Atomkern. Nach Niels Bohr erinnert das Atom an die Anlage der Planeten. Um den verhältnismäßig schweren Kern herum, der fast die ganze Masse des Atoms in sich konzentriert und die Ausmaße von 10^{-13} bis 10^{-12} cm hat, kreisen in verschiedener Entfernung die Elektrone (wären sie nicht in Bewegung, würden sie sofort aufgrund der Anziehungskraft auf den positiv geladenen Kern fallen). Die Ausmaße des Elektrons sind etwas kleiner als die des Kerns: etwa 10^{-9} cm. Die Eigentümlichkeit dieses Modells ist die, daß es fast völlig leer ist. Nach diesem Modell sind die Atome einheitlich aufgebaut. Sie unterscheiden sich untereinander vor allem durch die Zahl der um sie kreisenden Elektrone, die gleich der Zahl der elementaren Ladung des Kerns ist. Diese Zahl nennen wir die Atomzahl des gegebenen Elements. Wie sich zeigt, ist sie gleich der elementaren Ordnungszahl auf der Mendelejewischen Tafel. Die Bezeichnung ist N .⁵ Das erste Element auf dieser Tafel ist der Wasserstoff (H): $N = 1$; um den Kern kreist ein Elektron; Helium (He): $N = 2$; es hat zwei Elektrone; Lithium (Li): $N = 3$, drei Elektrone usw. bis $N = 92$ für das Uran, das in seiner Elektronenhülle 92 Elektrone besitzt.

Die Quantentheorie des Lichts

Über den Bau des Atoms schließen wir vor allem aus den sichtbaren und unsichtbaren Strahlungen, die das Atom unter verschiedenen Bedingungen aussendet oder absorbiert. Will man sich mit der weiteren Entwicklung der Atomistik vertraut machen, muß man eine weitere Abschweifung machen und sich ein wenig näher mit der Radialtheorie befassen.

Die Korpuskel- und die Wellentheorie des Lichts vom 17. bis 19. Jahrhundert. Von der Mitte des 17. Jahrhunderts an herrschten in der (allgemeinen) Physik zwei Auffassungen über die Struktur des Lichts. Nach der ersten, als deren Vertreter Newton anzusehen ist, wird das Licht als eine Menge kleiner Teilchen gesehen, die aus dem erglühten Körper ausströmen und sich in gerader Linie längs der Lichtstrahlen fortbewegen. Dies ist die sog. Korpuskeltheorie des Lichtes. Nach der zweiten Auffassung, die Huygens vertrat, nahm man an, das Licht beruht auf dem Austritt der Energie in Form von Wellen. Das Wesen

⁵ Ebd. 19–24.

der Wellenbewegung beruht darauf, daß sich allein die Materie auf immer größere Entfernungen überträgt, während die Materieteilchen allein den Schwingungen um den Gleichgewichtspunkt unterliegen.

Fast hundert Jahre hielt die Autorität Newtons die Korpuskeltheorie aufrecht. Erst die Untersuchungen Youngs (1802) und Fresnels (1. Viertel des 19. Jhs.) brachten den entschiedenen Sieg der Wellentheorie. Young führte nämlich folgenden Beweis. Er stellte zwischen Lichtquelle und Lichtschirm einen Vorhang mit zwei dünnen Ritzen auf. Man müßte nun glauben, der Experimentator bekäme auf dem Lichtschirm zwei helle Linien (Streifchen) als Abbild der beiden Ritzen. Statt dessen zeigte sich auf dem Schirm eine Reihe heller und dunkler, einander entsprechender, Streifchen. Dieser Beweis erfährt noch in zwei für die Wellenbewegung charakteristischen Erscheinungen eine Erhärtung, nämlich in der Diffraktion (Beugung) und Interferenz (Aufladung) der Wellen. Die Erscheinung der Diffraktion beruht darauf, daß die Wellen beim Durchgang durch die engen Ritzen oder Vorhänge sich nicht auf den geraden Linien, sondern bedeutend breiter zerstreuen. Die Erscheinung der Interferenz beruht darauf, daß in einem Raum, in dem sich zwei oder mehr Wellenzüge von gleicher Frequenz treffen, ein charakteristisches Wachsen der Wellen an einem Ort stattfindet und an den anderen eine Abschwächung. Die Streifen Youngs erfahren eine Erklärung dadurch, daß auf dem Lichtschirm an dem Ort, wo der Wellenkamm einer Ritze auf den der anderen Ritze (oder Tal auf Tal) fällt, ein Wachsen der Welle erfolgt – wir bekommen deshalb einen hellen Streifen –, wo hingegen der Kamm auf das Tal fällt, werden die Wellen geschwächt oder unterdrückt, und das Strahlen verlöscht: dunkler Streifen.

Die Wellentheorie der Strahlungen herrschte in der Physik des 19. Jahrhunderts vor⁶.

Die Quantentheorie Plancks. Die lange Zeit unerschüttbare Wellentheorie des Lichts entkräfteten erst 1900 die theoretischen Erwägungen des deutschen Physikers Planck, des Schöpfers der sog. Quantentheorie des Lichts. Ohne daß wir uns in Einzelheiten der Quantentheorie einlassen, kann doch bemerkt werden, daß ihr Kern die Feststellung ist: Die Energie ist nicht stetig und kann nur in bestimmten unteilbaren Einheiten oder Quanten hervortreten. Nach der Quantentheorie dehnen sich die elektromagnetischen Strahlungen je nach der Häufigkeit ihrer Schwingungen in Gestalt von „Energie“paketen bzw. sog. Photonen aus. Das Photon hat die Energie von $h \cdot \nu$, wobei $h = 6,32 \cdot 10^{-27}$ erg; das ist die sog. Plancksche Konstante, die eine große Rolle in der Atomphysik spielt. Neben dem unsteten Bau der Materie (Atome) und der Elektrizität (Elektrone) wurde in die Physik der Begriff des unsteten Baus der Energie (Quanten) eingeführt.

Die Quantentheorie wurde anfangs mit großer Reserve aufgenommen und stieß häufig auf Unlust, weil, im Fall ihrer Annahme, ziemlich radikale Veränderungen in der Physik Eingang finden mußten. Bald jedoch fand die Quan-

⁶ I. Adamczewski, Zarys fizyki współczesnej (Grundriß der heutigen Physik), Danzig 1946, I 9 ff.

tentheorie eine beweiskräftige Erhärtung in der sog. photoelektrischen Erscheinung⁷.

Die *photoelektrische Erscheinung* beruht darauf, daß eine Metallplatte, z. B. aus Zink, die mit einem Licht von genügend kleiner Wellenlänge (radioviolette Strahlen; X oder gamma) angestrahlt wird, freigewordene Elektrone nach außen aussendet. Diese gehen aus ihr mit einer näher bestimmten Schnelligkeit hervor, die von der Wellenlänge des fallendes Lichts abhängig ist⁸. Eine Besonderheit dieser Erscheinung ist folgende Tatsache: obwohl die Intensität der Erhellung der Platte durch Wegrücken der Lichtquelle gemindert wird, gehen die Elektrone aus der Platte mit genau der gleichen Geschwindigkeit hervor, also auch mit derselben Energie wie vorher. Es sind ihrer aber weniger. Aufgrund der Wellentheorie des Lichtes ist diese Tatsache unbegreiflich. Wenn das Licht stark ist, ist die Energie groß, und die Elektrone müßten – nach dieser Theorie – mit großer Geschwindigkeit herausfliegen; wenn das Licht schwach ist, müßte ihre Geschwindigkeit geringer sein. Eine ausgezeichnete Erklärung bietet dagegen die Quantentheorie. Licht ist Bewegung von Photonen, von denen jedes die Energie $h\nu$ hat. Die Photone sind nach allen Seiten hin zerstreut. Wenn wir die Lichtquelle entfernen, dann wird die Zahl der Photonen, die auf die Platte während einer Sekunde fallen, kleiner. Doch die Energie jedes Photons bleibt dieselbe, dem Produkt von $h\nu$ gleich. Die Elektrone werden also mit derselben Energie ausgeworfen wie zuvor⁹, nur ihre Zahl ist geringer.

Der Strahlendualismus. Die photoelektrische Erscheinung und eine Reihe anderer Erscheinungen (wie die scharfe Grenze des stetigen X-Strahles, der Comptonsche Effekt u. a.) weisen deutlich auf den Korpuskelaspekt der Strahlungen unter gewissen Bedingungen hin. Andererseits läßt sich die Wellentheorie des Lichts nicht verwerfen, da man ohne sie auf Schwierigkeiten bei der Interpretation der Erscheinungen der Interferenz und der Diffraktion stoßen würde. Die Radialstruktur zeigt sich also auf zweifache Weise: 1) entweder in Gestalt von Wellen, z. B. in den Erscheinungen der Interferenz und der Diffraktion des Lichts, oder 2) in Korpuskelgestalt, z. B. in der photoelektrischen Erscheinung. Wie betrachtet die heutige Physik diesen Dualismus in der Natur?

Die Beantwortung dieser Frage wollen wir für später aufheben. Doch kann hier erwähnt werden, daß die heutige Physik in gleicher Weise die Wellenlichtlehre und auch die Quantentheorie anerkennt. Die Wellenlehre erklärt hinreichend das Auseinandergehen der Wellen im Raum, die Quantentheorie erklärt die Art der Entstehung des Lichts und seine Einwirkung auf die Materie, insbesondere in den elementaren Atomprozessen¹⁰.

⁷ Ebd. 12 ff.

⁸ Ebd.

⁹ A. Piekara, *Fizyka starzra nowę epokę* (Die Physik schafft eine neue Zeit), Krakau 1947, 43 ff.

¹⁰ I. Adamczewski, a.a.O. I 24 ff.

Die Elektronenhülle

Schwierigkeiten im Modell von Rutherford-Bohr. Nach Erfolgen in der Theorie entstehen in der Physik oft recht schwierige Situationen: es zeigen sich nämlich Tatsachen, über die die Theorie keine Rechenschaft zu geben vermag. Dann rettet man die Theorie entweder mit „Spritzen“ oder ersetzt sie durch eine neue Theorie, die eine größere Zahl von Tatsachen erklärt. Ähnlich war es beim Modell von Rutherford. Es erklärte viele bedeutende Tatsachen, es zeigte sich aber, daß man ihm zwei sehr wesentliche Einwände entgegenstellen kann.

1. Die Elektrone, die ständig um den Kern kreisen, müßten ohne Unterlaß — nach der klassischen Elektrizitäts- und Magnetismuslehre — kurze elektromagnetische Wellen erzeugen. Das Atom verlöre also dauernd an Energie. Die Folge wäre eine spiralenartige Annäherung des Elektrons zum Kern, wo es aufgrund der positiven Ladung eine Neutralisierung — und damit die Vernichtung — erwarten würde.

2. Indem sich das Elektron dem Kern näherte, würde es ihn in immer kürzerer Zeit umkreisen. Somit würde die Häufigkeit dauernd zunehmen. Dies hätte eine Abnahme der vom Lichtatom ausgesandten Wellenlänge zur Folge. Mit anderen Worten: Die Erscheinung jedes Elements müßte stetig sein. Es genügt jedoch, das Licht, das irgendein elektrisch zum Leuchten gebrachtes verdünntes Gas aussendet, durch ein Prisma hindurchgehen zu lassen, um die Überzeugung zu gewinnen, daß die Erscheinung des Lichts unstetig ist, d. h. nicht alle Farben enthält wie z. B. die Erscheinung des Lichts einer elektrischen Glühlampe, sondern nur eine gewisse Menge verschiedenfarbiger Streifchen, die genau den bezeichneten Wellenlängen entsprechen. Deshalb nennen wir sie auch Streifchen- oder Linearerscheinung. Jedes Element besitzt eine für sich charakteristische Erscheinung. (Das Atom als harmonischer Oszillator müßte — gemäß den Gesetzen der Elektrodynamik — ein stetiges und nicht ein lineares Strahlen aussenden¹¹.)

Die Bohrsche Theorie über die Erscheinung des Wasserstoffs. Einen Aufschluß über die Erscheinung des Wasserstoffs gab der dänische Theoretiker Bohr im Jahre 1912. Er brach mit den damals angenommenen Gesetzen und führte den Grundsatz ein, daß im Inneren des Atoms Gesetze herrschen, die von denen verschieden sind, die die Physik bei der Erforschung des Makrokosmos, d. h. der Körperwelt, von denen sich jeder aus einer gewaltigen Menge von Atomen zusammensetzt und der den Sinnen unmittelbar zugänglich ist, aufgedeckt hat. Bohr übernahm das Atommodell von Rutherford, aber er vervollständigte es durch zwei Postulate, die das Wesen der neuen Theorie ausmachen.

Postulat 1: Die Elektrone können sich im Atom um den Kern nicht in freien, sondern nur in bestimmten, strikt umrissenen Bahnen bewegen. Anders ausgedrückt: da die Elektronenenergie von ihrer Bahn abhängig ist, darum kann die Energie nur eine Reihe strikt bestimmter Werte annehmen: $E_1, E_2, E_3 \dots$ Diese

¹¹ A. Piekara, a.a.O. 24 28–31.

Werte nennen wir energetische Stufen. In einem gegebenen Atom kann es keine mittelbaren Energiewerte geben.

Postulat 2: Das Elektron, das auf der gegebenen Bahn kreist, strahlt überhaupt nicht. Strahlungen werden nur dann ausgesandt, wenn das Elektron von einer möglichen Bahn mit der Energie E_m auf eine Bahn mit geringerer Energie E_n überspringt, wobei es ein Quant $h\nu$ absorbiert:

$$E_m - E_n = h\nu.^{12}$$

Dieselbe Energie absorbiert ein Elektron, wenn es aufgrund von Strahlungen die energetische Stufe E_m erlangt. Darüber hinaus sind Serien bekannt: die von Lyman in ultraviolett (große Häufigkeit der Schwingungen) sowie die von Paschan, Bergmann, Pfund und Humphreys in infrarot (geringe Schwingungshäufigkeit). Es zeigt sich, daß die Bohrschen Postulate die Erscheinung des sichtbaren und des unsichtbaren Wasserstoffs ausgezeichnet erhellen. Wir bezeichnen mit $E_1, E_2, E_3 \dots$ die energetischen Stufen. Wenn das Elektron höherer Stufen auf E_2 fällt, sendet es Strahlen aus, die den aufeinanderfolgenden Streifen der Serie von Balmer entsprechen:

- von E_3 auf E_2 – Streifen $H\alpha$ – (rot)
- von E_4 auf E_2 – Streifen $H\beta$ – (blau)
- von E_5 auf E_2 – Streifen $H\gamma$ – (violett) usw.¹³

Den Sprüngen von den Stufen $E_2, E_3, E_4 \dots$ auf die Stufe E_1 entspricht die Serie von Lyman usw.

Die Bohrsche Theorie hat große Anerkennung gefunden. In kurzer Zeit begann man sie weiter zu entwickeln und zu vervollkommen. Man ließ nicht nur Kreisbahnen, sondern auch Ellipsenbahnen für die Elektronen zu, man erklärte den sog. subtilen Bau der sichtbaren Wasserstoffstreifen, man erhellte die geheimnisvolle Serie von Pickering als Ausstrahlung des „wasserstoffähnlichen“, ionisierten Heliumatoms u. ä. Es könnte den Anschein haben, als ob das Atommodell Rutherfords, das an den Aufbau der Planeten erinnert, der ja bestimmten begrenzenden „Quantenregeln“ unterworfen ist, sehr starke Grundlagen erhalten und die Linien der weiteren Entwicklung der Atomphysik abgesteckt habe. Es drängt sich nämlich die Vermutung auf, bei der Erforschung der Struktur schwerer, vielelektronenhaltiger Atome handele es sich nur noch um die Überwindung rein mathematischer Schwierigkeiten, um aus der Zahl, der Zerlegung und der Bewegung der den Kern umkreisenden Elektrone die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Elemente erkennen zu können. Aber sehr bald zeigt sich diese Hoffnung trügerisch. Nicht einmal die Erscheinung des nichtionisierten Heliums hat man – trotz aller Bemühungen – in Anlehnung an das Atommodell von Rutherford-Bohr erhellen können. Es war notwendig, an radikale Veränderungen in der Methode der Atomphysik zu denken¹⁴.

¹² Cz. Białobrzeski, Czym jest materia (Was ist Materie), Warschau 1947, 19–22.

¹³ Cz. Białobrzeski, Budowa atomów 31 f.; E. Szpolski, Fizyka atomowa (Atomphysik), Warschau 1953, I 283–286 303 und die entsprechenden Zeichnungen am Ende des Werkes.

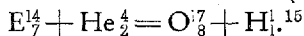
¹⁴ Cz. Białobrzeski, Czym jest materia 22.

Der Bau des Atomkerns

Die bisherigen Erwägungen bezogen sich hauptsächlich auf die Elektronenhülle des Atoms; jetzt ist es notwendig, den Bau des Kerns selbst kennenzulernen. Wir stehen vor der Frage: Besteht der Atomkern aus irgendwelchen kleineren Teilchen, oder ist er unteilbar?

Proton. Die erste Erscheinung, die für die Teilbarkeit des Kerns sprach, war die natürliche Radialkraft. Die α -Teilchen, die z. B. vom Radium ausgesandt werden, sind positiv elektrisierte Teilchen. Ihre Masse ist viermal größer als die des Wasserstoffatomkerns. Wie Rutherford nachgewiesen hat, ist das α -Teilchen der Atomkern des Heliums. Es hat zwei positive elektrische Ladungen: He^{++} . Das Helium nimmt den zweiten Platz im periodischen System ein, seine Atomzahl beträgt also 2. Das heißt, daß um den über zwei positive Elementarladungen besitzenden Kern zwei Elektrone kreisen. Wenn das Heliumatom diese Elektrone verliert, bleibt nur der Kern. Da keine äußerlichen Faktoren wie großer Druck, Temperatur, mächtige elektrische und magnetische Felder, irgendeinen Einfluß auf den Zerfall des Radiumatoms haben, muß man annehmen, daß das α -Teilchen aus dem Atomkern des Radiums, den 92 Elektronen schützen, herausfliegt. Der Kern des Radiums hat also einen zusammengesetzten Bau. Dasselbe ist auch von allen anderen Elementen, mit Ausnahme des Wasserstoffs, zu sagen.

So löst sich die Frage nach dem Bau des Atomkerns. Da er zusammengesetzt ist, kann man ihn in Teile zerlegen. Als erster hat Rutherford 1919 den Atomkern zerschlagen, indem er Stickstoff (N) mit α -Teilchen beschoß (H^{++}). Das Zielgeschos α , das den Kern des Stickstoffs trifft, spaltet von ihm einen feinen „Baustein“ ab: den Kern des Wasserstoffs (H). Dadurch wird er in einen anderen Kern umgewandelt: den Kern des Sauerstoffs (O):



Der Atomkern des Wasserstoffs (H^1_1) wird Proton genannt. Das ist also ein Teilchen mit der Massenzahl 1 und einer Aufladung, die gleich einer positiven Elementarladung ist.

Sowohl dieser als auch die anderen Versuche hatten wichtige Bedeutung. Sie warfen zwar grundlegende Gesetze der klassischen Physik um — das Gesetz der Unteilbarkeit der Atome und das Gesetz der Unveränderlichkeit der chemischen Elemente¹⁶ —, wiesen aber experimentell nach, daß zum Bau der Atomkerne die Protone gehören.

Neutron. Sehen wir uns z. B. den Kern des Heliums an (He^4_2): einerseits zeigt seine Massenzahl 4 auf, daß er sich aus vier Protonen zusammensetzt bzw. die Ladung seines Kerns + 4 ausmacht; die Zahl 2 unten deutet an, daß sich die Elektronenhülle aus 2 Elektronen zusammensetzt. Darum muß die positive Ladung + 2 sein. Man kann also nicht das Heliumatom als aus 4 Atomen

¹⁵ Die Zahl der Masseneinheiten, auf ganze Zahlen aufgerundet, bedeutet die Atommasse; die unteren Zahlen bedeuten die Elementarladungen des Kerns. Sie sind gleich der Atomzahl bzw. der Elementarzahl im periodischen System.

¹⁶ Cz. Białobrzeski, Czym jest materia 23; A. Piekara, a.a.O. 99.

Wasserstoff zusammengesetzt denken. Um diese Schwierigkeit zu lösen, hat man lange Zeit angenommen, daß sich im Kern des Heliums selbst zwei Elektronen befinden, die den positiven Ladungsüberschuß ausgleichen. Ähnlich hat man sich auch den Bau der anderen Kerne vorgestellt.

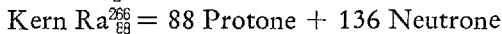
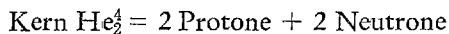
Diese Anschauungen wurden dank der 1932 erfolgten Entdeckung des englischen Physikers Chadwick, eines Schülers von Rutherford, entkräftet. Er entdeckte neue Materieteilchen: die Neutronen.

Noch zwei Jahre zuvor (1930) hatten zwei deutsche Physiker das Element Beryll (Be_4^9) mit α -Strahlen beschossen. Sie beobachteten dabei die Absonderung durchdringender Strahlen. Diese Forscher glaubten, es handle sich um irgendwelche durchdringende γ -Strahlen, da diese im magnetischen Feld keiner Ablenkung unterlagen. Weitere Untersuchungen über diese Strahlen unternahm Irène Curie-Joliot, die Tochter von Marie Curie-Skłodowska, und ihr Mann F. Joliot. Erst Chadwick jedoch wies nach, daß diese Strahlen schnelle, elektrisch neutrale Teilchen von fast der gleichen Masse wie die Protone waren; er nannte sie Neutronen – Symbol (${}^m\text{prot} = 1.6727 \cdot 10^{-24} \text{ g}$, ${}^n\text{neutr} = 1.6749 \cdot 10^{-24} \text{ g}$). Aufgrund der Beschießung von Beryll mit α -Teilchen folgt der Prozeß:



Nukleon. Die Entdeckung des Neutrons spielte in der Entwicklung der Kernphysik eine umwälzende Rolle. Der deutsche Theoretiker Heisenberg und der sowjetische Physiker Iwanienko stellten die Hypothese auf, die Atomkerne seien Zusammenhäufungen von Neutronen und Protonen und in ihnen gebe es keine Elektronen. Diese Annahme herrscht in der Atomistik bis zu Stunde und bildet augenblicklich die Grundlage der Kerntheorie.

Im Kern gibt es so viele Protone, wie groß seine Ordnungszahl ist; die Zahl der Neutronen ist eine Ergänzung der Ordnungszahl zur Massenzahl¹⁸. Zum Beispiel:



Die Tatsache, daß Proton und Neutron fast die gleiche Masse haben, fördert die Vermutung, daß zwischen ihnen eine nahe Verwandtschaft bestehen muß. Man nimmt heute im Wesentlichen an, daß Proton und Neutron zwei Zustände desselben Teilchens sind, den man Nukleon (nucleus = Kern) nennt. Unter gewissen Bedingungen ist die Möglichkeit der Verwandlung eines Neutrons in ein Proton und umgekehrt gegeben. Die freien Neutronen zerfallen selbständig in Protone und Elektronen. Die Folge ist, daß sich im Lauf von neun bis achtzehn Minuten ihre Zahl zweimal vermindert.

Isotopen. Im Zusammenhang mit dem Bau des Kerns aus Protonen und Neutronen erhebt sich das Problem der sog. „Isotopen“. Die Atome, die bei derselben Protonenzahl mehr oder weniger Neutronen im Kern haben, sich also in der Atommasse unterscheiden, haben dieselben Eigenschaften; die Eigenschaften hängen nämlich allein von der Größe der Elektronenzahl in der Elektronenhülle des Atoms ab, diese wiederum hängt allein von der Größe der positiven

¹⁷ S. Szczeniowski, a.a.O. 53–76. ¹⁸ Ebd.

Ladung des Kerns ab. Die physischen Eigenschaften solcher Atome sind – infolge der geringen Verschiedenheit der Massen – wenig verschieden, z. B. diffundieren sie mit ein wenig verschiedener Geschwindigkeit durch poröse Wände, weichen ein wenig anders vom geradlinigen Weg ab, wenn sie die elektrischen und magnetischen Felder durchheilen u. ä. Solche verschiedene Arten desselben Elements nennt man Isotopen¹⁹.

Ein genügend bekanntes Beispiel von Isotopen sind die drei Isotopen des Wasserstoffs: der gewöhnliche Wasserstoff aus 1 Proton im Atomkern, schwerer Wasserstoff aus 1 Proton und 1 Neutron und das künstliche produzierte Tritium aus 1 Proton und 2 Neutronen. Man könnte fragen, warum man nicht eine beliebige Menge von Isotopen jedes Elements erhält, einfach durch Hinzufügung einer beliebigen Menge von Neutronen zu einer gewissen Menge von Protonen. Nun, für jede Menge Protone gibt es nur eine bestimmte, in kleinen Grenzen veränderliche Zahl von Neutronen, für die der so gebildete Kern stetig ist²⁰.

Das Modell des Kerns. Wir stehen vor der Frage, was bewirkt, daß der Atomkern ein stetiges System bildet und nicht von selbst auseinanderfällt, trotz der abstoßenden Kräfte zwischen den Protonen. Nähere Untersuchungen haben gezeigt, daß es Kräfte gibt, die die Nukleonen untereinander verbinden. Diese Kräfte sind sehr groß, aber sie wirken in kleiner Reichweite, so daß das besondere Nukleon nur auf seine nächste Nachbarschaft einwirkt. Die Kernkräfte, die von den Gravitationskräften (Schwerkraft) und den elektrischen Kräften verschieden sind, könnte man mit den Kräften der Kohäsion bei Flüssigkeiten vergleichen, die einen Tropfen bilden. Die Analogie mit den Kohäsionskräften führt zum einfachen Kernmodell: Der Kern verhält sich ähnlich wie der aus Nukleonen zusammengesetzte Tropfen der „Kernflüssigkeit“. Die Nukleonen vermischen sich frei, stets aber bleiben sie in der Sphäre der Tätigkeit der benachbarten Nukleone²¹.

Die Verbindungsenergie von Protonen und Neutronen kann man genau errechnen. Wenn man die Masse von 2 Protonen (1.0081) und 2 Neutronen (1.0090) addiert, so müßte der Kern des Heliums aus diesen vier Teilen die Masse von 4.0342 haben, in Wirklichkeit beträgt seine Masse aber nur 4.0039. Dieses Massendefizit, 0.0303, das auf jedes Atom Helium trifft, ist das Energiemaß, das die Teilchen miteinander verbindet; denn nach der Feststellung von Einstein beträgt die atomare Masseneinheit $1.492 \cdot 10^{-3}$ erg. Wenn man den Heliumkern spalten wollte, müßte man Energie hinzufügen, die dem Massendefizit entspricht. Dieses Defizit ist das Maß der Beständigkeit des Atomkerns; seine Größe ist von Atom zu Atom verschieden²². Die theoretischen und experimentellen Untersuchungen der Kernveränderungen führten zur Entdeckung

¹⁹ T. Felsztyn, Świat w oczach współczesnej nauki (Die Welt im Licht der modernen Wissenschaft), London, 2. Aufl. 1956, 50.

²⁰ Ebd. 51.

²¹ Błaton, Energia jądra atomowego i jej wyzyskanie (Die Energie des Atomkerns und ihre Nutzung), Warschau 1948, 12 19 ff.

²² T. Felsztyn, a.a.O. 51 ff.

neuer elementarer Materieteilchen, die gerade während dieser Veränderungen erscheinen. Diese sind – im Gegensatz zu den bisher bekannten stetigen Elementarteilchen: Elektron, Proton, Neutron – unstetig.

Positron. Eines von ihnen ist das Positron. Seine Masse entspricht der des Elektrons, doch ist es positiv geladen. Seine Existenz als symmetrisches Teilchen zum Elektron wurde in der Theorie von Dirac vorausgesehen. Experimentell wurde das Positron von Anderson 1932 entdeckt. Er fand es in sekundären Strahlungen, die die kosmischen Strahlen erzeugen. Photographische Aufnahmen wurden mit Hilfe der Wilsonschen Kammer, die man im magnetischen Feld unterbrachte, gemacht. Sie zeigten übrigens in seltenen Fällen die Anwesenheit positiv geladener Spuren von derselben Masse und demselben elektrischen Ladungswert wie beim Elektron. Die Ablenkung dieser Teilchen im Magnetfeld vollzieht sich umgekehrt als beim Elektron. Da das Positron kein stetiges Teilchen ist, verbindet es sich mit dem Elektron. Dabei zeigt sich die sehr interessante Erscheinung der vollständigen Verwandlung der Masse in die Energie der γ -Strahlen (nach dem Vorbild Einsteins $E = mc^2$, wobei $c = 3 \cdot 10^{10}$ cm/sec: das ist die Geschwindigkeit des Lichts im luftleeren Raum²³).

Neutrino. Ein anderes unstetes Teilchen ist das äußerst durchdringliche Neutrino. Seine Masse ist gering, und es ist ohne elektrische Ladung. Es spielt eine sehr wichtige Rolle bei vielen Kernprozessen (beim Zerfall des Kerns, wo es als positives Teilchen bei der Emission von Elektronen und Protonen auftritt).

Mesone. Das sind Teilchen von mittlerer Masse – zwischen Elektron und Proton; ihre Entdeckung wurde auf rein theoretischem Weg vorausgesehen. Zum erstenmal charakterisierte ein solches hypothetisches Teilchen der japanische Gelehrte Yukawa 1935. Er bezeichnete seine Masse und stellte fest, daß sie sehr unstetig sein müsse und dem Zerfall in Elektron und Neutrino unterliegt²⁴. Später entdeckte man in den kosmischen Strahlen wirklich Mesone. Dort bilden sie, wie sich zeigte, den durchdringendsten Teil der Strahlungen. Es gibt verschiedene Arten von Mesonen. Sie unterscheiden sich voneinander in ihrer Masse oder nach dem Zeichen ihrer elektrischer Ladung. Es gibt auch neutrale Mesone. Mesone sind sehr unstetig, die mittlere Phase ihres Daseins überschreitet nicht einige Mikrosekunden, und es geschieht auch oft, daß sie hundert- und tausendmal kürzer existieren. Beim Zerfall gehen sie in andere Arten von Teilchen ein, bis sie sich endlich in Elektrone und Neutrina verwandeln. Die Mesone spielen eine noch nicht geklärte Rolle bei der Verbindung von Protonen und Neutronen.

Hyperone. Das sind Teilchen mit größerer Masse als die des Protons oder Neutrons. Sie wurden – ähnlich wie die Mesone – in den kosmischen Strahlen entdeckt. Es gibt einige Arten davon; alle sind unstetig und haben eine sehr kurze mittlere Lebensphase.

Antiproton. Im Jahre 1955 gelang einer Physikergruppe (Chamberlain, Serge, Wiegand, Ypsilantis) die Entdeckung eines Elementarteilchens, das sie Antiproton nannten. Es hat dieselbe Masse wie das Proton, ist aber negativ geladen²⁵.

²³ I. Adamczewski, a.a.O. II 24–26.

²⁴ Ebd.

²⁵ T. Felsztyn, a.a.O. 53.

Heute sind etwa 30 Elementarteilchen der Materie bekannt²⁶.

leichte	{ Elektron	negative Ladung
	{ Positron	positive Ladung
	{ Neutrino	ohne Ladung
mittlere	– Mesone –	bekannt ist bisher eine Reihe von Arten, die sich in der Masse unterscheiden; sie können positiv, negativ geladen oder elektrisch neutral sein. Alle sind unstetig.
schwere	{ Proton	positive Ladung
	{ Antiproton	negative Ladung
Neutron	–	elektrisch neutral
	Hyperone, Antineutron	– schwerer als Protone und Neutrone; bisher wurden einige Arten entdeckt; sie können positiv, negativ geladen oder elektrisch neutral sein. Alle sind unstetig.

Das korpuskulare Atommodell. Grundsätzlich könnte man, was man zum Thema des Atombaus hier sagen könnte, sich das Atom als zusammengesetzt aus dem „Tropfen der Kernflüssigkeit“ denken, der luftdicht mit Nukleonen (Protonen und Neutronen) gefüllt ist. Er besitzt eine für das gegebene Element genau bezeichnete elektrische Ladung sowie auf genau bestimmten Bahnen kreisende Elektrone mit der Fähigkeit, von einer Bahn auf die andere überzuspringen und dabei Strahlen auszusenden oder zu absorbieren. Ein solches Modell kann man korpuskulares Atommodell nennen. Wir haben schon oben erwähnt, daß man unmöglich an einem solchen Modell festhalten kann, da es nicht erlaubt, die Serie selbst leichter Elementarerscheinungen, ausgenommen den Wasserstoff, gebührend zu erklären. Ferner sagte das Atom von Rutherford-Bohr nichts über die Intensität der Erscheinungstreifchen, nicht einmal im Lichte des Wasserstoffs, und zeigte noch andere Fehler und Mängel. Die Erscheinungen der doppelten Natur der Materie, über die gleich gesprochen wird, führten zu dem Schluß, daß man bei der Beschreibung der atomaren Erscheinungen sich von jeder Anschauung lossagen und auf die Methoden bei der Behandlung des Mikrokosmos verzichten muß, die in der Physik auf die makrokosmischen Erscheinungen mit großem Erfolg angewendet werden.

Das Wellenbild des Atoms

Um ein neues Bild vom Atom zu bekommen, muß man sich auf das besinnen, was bereits über die Struktur des Lichts (Strahlungen) gesagt wurde. Es war auch die Rede von den Schwierigkeiten, die die Einführung der Quantentheorie des Lichtes in den Grundauffassungen der Physik verursachte. Außer dem Wellenbild des Lichtes, das so gut die Erscheinungen der Interferenz und der Diffraction erklärt, wurde das Quantenbild eingeführt, das fähig ist, andere Erscheinungen zu erhellen, z. B. die photoelektrische²⁷.

Die Materiewellen von de Broglie. Die Zweifachheit der Strahlungen führte

²⁶ Ebd.

²⁷ I. Adamczewski, a.a.O. I 89.

zu der Annahme, daß auch die Materie eine zweifache Natur haben kann, d. h., daß man außer dem anerkannten Korpuskelbild auch ein Wellenbild annehmen muß. Diese Annahme machte zum erstenmal der französische Gelehrte de Broglie im Jahre 1924. Er ging dabei von dem Grundsatz aus, daß nicht nur das Licht zwei Bilder hat, ein korpuskulares bzw. quantisches und ein Wellenbild, sondern daß auch die Atome, Protone bzw. Elektrone, zwei Bilder haben: einmal verhalten sie sich wie räumlich lokalisierte Teilchen, das andere Mal wie Wellen von nicht näher bestimmten Charakter, die die Fähigkeiten zur Diffraction und Interferenz haben. Jene geheimnisvollen Wellen nannte de Broglie „Materiewellen“. In Übereinstimmung mit seiner Hypothese bewegt sich jedes Teilchen von der Masse m mit der Geschwindigkeit v . Es ist dabei begleitet von einer Welle mit der Länge λ . Die Formel für die Länge dieser Welle ist einfach:

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot v} \quad (h - \text{Plancksche Konstante})$$

Wenn z. B. ein Elektron einmal mit einem Druck von 150 V in Bewegung gesetzt wird, dann entspricht ihm eine Welle von 10^{-8} cm, folglich liegt es im Gebiet der Röntgenwellen²⁸.

Anfangs hat die Auffassung von de Broglie keine größere Aufmerksamkeit gefunden und wurde von den Physikern nicht übernommen. Sie blieb in der Sphäre der Phantasie, da ihr die experimentelle Bestätigung fehlte²⁹.

Die experimentelle Aufdeckung der wellenartigen Eigenschaften der Materie. Drei Jahre später (1927) gelang es den beiden amerikanischen Forschern Davison und Germer festzustellen, daß die Materie Welleneigenschaften hat. Sie warfen auf einen Nickelkristall eine Elektronenverbindung von der gleichen Geschwindigkeit unter verschiedenen Winkeln und erhielten eine Interferenz: die Zahl der Elektrone, die vom Kristall in verschiedenen Richtungen zurückprallten, war größer als die andere. Analog zum Licht kann man sagen, daß die Elektronenverbindungen in dem von Young beschriebenen Experiment stärker und schwächer werden.

Die Interferenz der Elektrone und der anderen Teilchen sowie vieler anderer Erscheinungen weist darauf hin, daß die Materie, die in mikrokosmischen Ausmaßen genommen wird, unter gewissen Bedingungen bis zu einem bestimmten Grad Welleneigenschaften an den Tag legt. So zeigt sowohl das Licht als auch die Materie eine zweifache Natur³⁰.

Die Entdeckung der Materiewellen führte zur Vertiefung der Unterschiede zwischen der Mechanik und der klassischen Physik und in gleicher Weise der Quantentheorie. Es entstand ein Zustand des begrifflichen Chaos und einer Verwirrung; denn die ursprüngliche Form der Quantentheorie war nur ein Konglomerat der Gesetze der klassischen Physik und der ihnen entgegengesetzten Begriffe der Quantenphysik. Außerdem war die ursprüngliche Form der Quantentheorie nur zur Erklärung der allereinfachsten atomaren Erscheinungen (besonders des Wasserstoffatoms), aber schon bei der Erklärung des Elements Helium stieß sie auf unüberwindliche Schwierigkeiten.

²⁸ Ebd. ²⁹ Ebd. I 90 ff.

³⁰ A. Piekara, a.a.O. 47; Cz. Białobrzeski, Podstawy poznawcze fizyki świata atomowego (Die erkenntnistheoretischen Grundlagen der Physik der atomaren Welt), Warschau 1956, 40.

Diese Sachlage dauerte nicht lange; denn der jungen Generation der theoretischen Physiker gelang es, die Physik auf ganz neue Bahnen zu führen. Die wichtigsten Theoretiker wurden: Heisenberg, Dirac und Schrödinger. Zu ihnen gehören noch Born, Bohr, Fermi und Pauli. Die Arbeiten dieser Gelehrten schufen die theoretische Quantenmechanik (manchmal auch Wellenmechanik genannt)³¹.

Die Gleichung von Schrödinger. Im Jahre 1926 stellte der österreichische Physiker Schrödinger die Frage: Wenn die Materiewellen den Bau des Atoms erklären, muß man nicht weiterhin die Existenz eines materiellen Elektrons annehmen? Muß man nicht statt des Atomkerns, den eine Elektronenhülle umkleidet, besser einen Atomkern annehmen, der von einem Schwingungskreis, einer wellenartigen Luft, einem pulsierenden Nebel umgeben ist oder etwas dieser Art? Ohne Rücksicht darauf, wie man dieses „Etwas“ nennt, es hat elektrischen Charakter, und die Dichte seiner Ladung erhebt sich und fällt in verschiedenen Punkten. Der Kreis ist jedoch am hellsten, die Luft am reinsten und der Nebel um diese Bahn, die nach der ursprünglichen Theorie von Bohr jenes kleine, harte Elektron durchlaufen sollte, das es als solches im Wesen gar nicht mehr gibt, am dichtesten. Man kann sich also – in der Theorie – vorstellen, das einzelne Atom breite sich ins Unendliche aus, in der Praxis kann man das elektrische Feld übergehen, das den Kern in einem Strahl an einer bestimmten, ziemlich unscheinbaren Grenze überschreitet³².

Der Inhalt der Theorie von Schrödinger ist in einer mathematischen, ganz genauen Formel zusammengefaßt. Er drückt sie in der berühmten Wellengleichung aus. Obwohl sie dem Nichtfachmann nichts aussagt, führen wir sie hier, wenigstens aus historischen Erwägungen, an:

$$\Delta\Psi + \frac{8\pi^2m}{h^2}(E-U)\Psi = 0.$$

Diese Gleichung Schrödingers erwies sich als mächtigstes mathematisches Werkzeug bei der Erforschung der atomaren Welt.

Cz. Białobrzeski bemüht sich (in dem zuletzt angeführten Werk), aus dieser Gleichung unabhängig vom mathematischen Schema physikalische Schlüsse zu ziehen, obwohl er darauf hinweist, daß in der Quantenmechanik das mathematische Schema eng mit dem physikalischen Inhalt verwachsen ist. Andererseits erzeugt die „Leichtigkeit des Handelns nach mathematischen Vorbildern den Eindruck vollkommener Verständlichkeit“³³.

Wenn wir die Beschreibung des Materiesystems nach den mechanischen Gesetzen Newtons mit der Beschreibung des Atomsystems vergleichen, wie sie die Quantenmechanik in Anlehnung an die Gleichung Schrödingers darstellt, dann können wir feststellen, daß in der klassischen Physik ein Determinismus herrscht, der die unerschütterliche Notwendigkeit des Laufs der Naturerscheinungen annimmt. Das stimmt mit dem Grundsatz der Kausalität, wie er unter physikalischem Aspekt formuliert wird, überein. Er wird bestimmt als Verbindung von

³¹ Cz. Białobrzeski, Podstawy 41 ff.

³² J. Kendal, Nowoczesna alchemia (Moderne Alchemie), Warszawa o. J., S. 243.

³³ Ebd. 46.

Erscheinungen solcher Art, daß der gegenwärtige Stand des Systems vollkommen den künftigen Zustand festsetzt. Um also irgendein physikalisches System vollkommen beschreiben zu können, muß man dieses System zunächst in seine Elementarteile zerlegen, ferner die Lage jedes Elements und die Schnelligkeit seiner Bewegung bestimmen (und das grundsätzlich mit höchster Genauigkeit). Außerdem muß es Kräfte, die auf die Elemente des Systems einwirken, und auch die Abhängigkeit dieser Kräfte sowohl von der Schnelligkeit des erforschten Elementes als auch der Elemente der äußeren Körper, die auf das gegebene System einwirken, geben. Es ist klar, daß ein solches Programm der vollständigen Voraus-Sicht menschlich unmöglich ist.

Stattdessen drückt man die Beschreibung des Systems, wie es die Quantenmechanik bietet, mathematisch mit Hilfe einer Funktion aus, die Zustandsfunktion heißt. Diese erlaubt die Errechnung verschiedenartiger quantitativer, meßbarer Werte, z. B. der Energie in den verschiedenen Zuständen der Systeme³⁴. Die Beschreibung durch die Zustandsfunktion ist das Charakteristikum der Quantenmechanik. Die Elemente des Systems sind also in der quantitativen Beschreibung nicht vollständig voneinander getrennt, da das System als Ganzheit betrachtet wird, dem die Elemente untergeordnet sind. Darum besteht zwischen der klassischen und der quantischen Beschreibung ein weitgehender Unterschied, der allgemein darauf beruht, daß wir aus der bestimmten Zustandsfunktion nicht den bestimmten Wert für die besondere physikalische Größe erhalten, sondern nur die Wahrscheinlichkeit möglicher Werte, deren Zahl oft unendlich sein kann. Die Begriffsstruktur der Quantenmechanik läßt (mit Ausnahme spezieller Fälle) eine genaue, eindeutige Voraussicht dessen nicht zu, was das Experiment erst zeigen soll. Man muß darum in der Mikrophysik eine gewisse Art von Indeterminismus zulassen. Um diesen Preis gelang es, ein unwidersprüchliches Begriffssystem der Quantenmechanik zu errichten, das die Grundlage der Physik wurde³⁵. Mit Hilfe mathematischer Gleichungen gibt es eine einheitliche Beschreibung der atomaren Erscheinungen. Die Quantenmechanik erklärt alles, was das Modell von Bohr erklärt; außerdem erläutert sie eine Reihe von Fakten, die mit der Theorie Bohrs nicht in Einklang zu bringen sind. Sie läßt sogar die These zu, daß gerade die klassische Mechanik ein Grenzfall der Wellenmechanik für Körper mit großen Massen ist³⁶.

Die Theorie Heisenbergs. Eine sehr wichtige Etappe in der Entwicklung der Quantenmechanik war die Heisenbergsche Theorie. Ihre wichtigste Grundlage bildet der sog. Heisenbergsche Grundsatz der Unbestimmbarkeit.

Białobrzeski unterscheidet drei Arten von Indeterminismus³⁷. Die erste ist der zeitliche Indeterminismus, dessen Beispiel der Zerfall irgendeines strahlungsfähigen Elementes oder die Emission eines Photons durch ein Atom sein kann. Nun können wir gut die Halbwertszeit für den Zerfall irgendeiner strahlenerzeugenden Substanz (z. B. für das Plutonium 138 Tage) kennen. Nach

³⁴ Cz. Białobrzeski, a.a.O. 344.

³⁵ Ebd. 47–51.

³⁶ A. Piekara, a.a.O. 32; J. Kendal, a.a.O. 244 ff.

³⁷ Cz. Białobrzeski, a.a.O. 56 ff. 346 ff.

Ablauf dieser Zeit unterliegt die Hälfte der Atome, die die Substanz des Poloniums bildet, einer Umwandlung. Nicht determiniert aber ist das Schicksal des Atoms in jedem Augenblick. Es gibt keinen bestimmten Grund, daß dieses Atom sich heute umwandeln müsse (wenn es α -Strahlen des Heliumkerns ausendet) und nicht erst in einem halben Jahr. Bekannt ist nur die Wahrscheinlichkeit des Zerfalls im Laufe eines bestimmten Zeitabschnittes.

Die zweite Art von Indeterminismus bildet der Grundsatz der Unbestimmbarkeit von Heisenberg. Gemäß dieses Grundsatzes „können die physikalischen Größen, die der Beschreibung der Objekte und der Prozesse der atomaren Welt dienen, paarweise so gruppiert werden, daß die Größen, die zu einem Paar gehören, nicht gleichzeitig mit höchster Gewißheit ausgemessen werden können“ (a.a.O. 347). Als Beispiel eines solchen Paares können Lage und Strömung (z. B. Produkt von Masse und Schnelligkeit) der Elementarteilchen dienen. Nun schließt die genaue Kenntnis z. B. der Elektronenströmung zugleich die Kenntnis ihrer Lage im Raum aus. Im gegebenen Augenblick kann man den Zustand des Elektrons nicht bestimmen, denn diesen Zustand bestimmen beide Größen. Zudem kann man hier nicht den Grundsatz der Kausalität unter physikalischem Aspekt anwenden; denn dieser Grundsatz verlangt, daß Ursache und Folge genau bezeichnet sind.

Die dritte Art von Indeterminismus kann man Messungsindeterminismus nennen; denn er betrifft den Messungsakt. Der Messungsakt der physikalischen Größe in der atomaren Welt ist die Ursache dafür, was man Einlaufen oder auch Reduktion des Wellenbündels nennt. Wenn man nämlich die physikalische Größe, z. B. der Energie, messen will, dann begleitet diesen Messungsakt eine plötzliche Zustandsveränderung, die den Charakter einer Reduktion des Wellenbündels hat. Wenn wir uns bewußt werden, daß die Zustandsveränderungen, die durch die Gleichung Schrödingers bestimmt werden, stetig sind, so lassen sich aus ihr doch nicht jene plötzlichen Übergänge erklären³⁸.

Der Messungsindeterminismus steht — nach Meinung vieler Physiker — im Gegensatz zu der Stetigkeit, die die Gleichung Schrödingers ausdrückt, und zu der Unstetigkeit des Zustands im Messungsakt³⁹. Selbst Heisenberg bemüht sich, diesen Widerspruch durch die Unterscheidung im Messungsakt zweier aufeinanderfolgender Etappen verschiedener Natur zu erklären, von denen die erste einer bestimmten physikalischen Einwirkung unterliegt und zur Vermischung der eigenen Zustände führt, die zweite auf der Herauslösung eines der eigenen Zustände beruht.

Die Zweifachheit der Zustände (Beschaffenheiten) der Materie. Die Tatsache der Reduktion des Wellenbündels im Messungsakt ist für viele Theoretiker ein Beweis für die Irrealität des Wellenbildes atomarer Erscheinungen. Die Wellenfunktion habe nichts außer dem Zustand unseres Wissens über ein Objekt zu vergegenständlichen. Cz. Białobrzęski führt die Meinungen einiger Physiker und Philosophen zu diesem Problem an. So hebt er die Richtung hervor, die sich dem Quantensubjektivismus nähert, den z. B. Eddington und Weizsäcker

³⁸ Ebd. 347–348.

³⁹ Ebd. 348.

vertreten. Im Sinne dieser Anschauung kann die Physik keine volle Erkenntnis der Welt bieten, da jede Erkenntnis in großen Zügen subjektiv ist. Besonders Eddington unterstreicht den Subjektivismus, den er selbst „selektiv“ nennt. Nach Eddington haben die grundlegenden physikalischen Gesetze apriorischen Ursprung, sind Deduktionen des Verstandes, unabhängig vom Experiment. „Im Gegensatz zum Materialismus kommen wir zur Einstellung der idealistischen Philosophie“, schreibt Eddington. „Die rein objektive Welt ist die geistige Welt; die materielle Welt ist subjektiv im Sinne des selektiven Subjektivismus“⁴⁰.

Die Mehrzahl der Physiker neigt jedoch in der philosophischen Interpretation der Materie mehr zum Realismus. Und so schlägt Reichenbach die Einführung der dreiwertigen Logik vor, um mit den ursächlichen Anomalien der Quantenmechanik fertig zu werden. Im Zusammenhang mit einer solchen Theorie urteilt Niels Bohr: „Es hat den Anschein, daß die Berufung auf die dreiwertige Logik, die bisweilen als Mittel zum Fertigwerden mit den paradoxen Eigenschaften der Quantenmechanik vorgeschlagen wird, sich nicht zur Erzeugung einer klareren Ansicht über die Situation eignet“⁴¹.

Białobrzeski selbst gibt in seiner Vorlesung „Die ontologische Interpretation der Grundlagen der Physik der atomaren Welt“⁴², die er am 15. Juni 1950 vor der Philosophischen Kommission der PAU (Polnische Akademie der Wissenschaften = Polska Akademia Umiejętności) gehalten hat, eine Probe seiner Interpretation der zweigestaltigen Materie. Er knüpft an den Begriff der Kausalität in der klassischen Physik an und stellt fest, daß diese Kausalität mit der Möglichkeit einer eindeutigen Voraussicht verbunden war (S. 356).

Eine solche Kausalität nennen wir deterministisch, eindeutig. Sie verliert jedoch ihre Anwendbarkeit auf die individuellen Akte bzw. atomaren Vorkommnisse und behält lediglich ihre statische Bedeutung für Sammelereignisse. Analog zum Begriff der deterministischen Kausalität (der klassischen Physik) muß man den der indeterministischen Kausalität einführen, die mit den Gesetzen der Quantenmechanik übereinstimmt. Der indeterministischen Kausalität entspricht *a parte rei* der Faktor, den Białobrzeski „Potenzialität“ nennt (S. 358). Ausdruck der Potenzialität ist beim Experiment der Wellenaspekt der Materie und der Strahlungen. Die Potenzialität selbst faßt Białobrzeski auf als „intensive, undurchdringliche Realität; gleichzeitig sind in ihr verschiedenartige Eigenschaften enthalten, weshalb sie eine intensive Mannigfaltigkeit ist. Wir hätten es also hier zum erstenmal in der Physik mit einer realen Mannigfaltigkeit zu tun, die nicht unmittelbar quantitative Eigenschaften hat und die dennoch mit mathematischen Formeln ausgedrückt werden kann“ (ebd.). „... die Tatarsache jener Akte (d. h. der Austauschakte von Energie und Schwingung zwischen den auf sie rückwirkenden Systemen; Energie und Schwingung sind mit dem Korpuskelaspekt der Materie verbunden) ist die Potenzialität, die

⁴⁰ Zitat nach Białobrzeski, a.a.O. 351.

⁴¹ Zitat nach Białobrzeski, a.a.O. 352.

⁴² Białobrzeski, a.a.O. 339–362: „O interpretacji ontologicznej podstaw fizyki świata atomowego“.

nach probabilistischen Gesetzen wirkt. Daraus geht hervor, daß es zwischen der undurchdringlichen Potenzialität und den verschiedenen im Raum lokalisierten Korpuskeln eine aktive Verbindung gibt“ (S. 359). Der Wellen- und Korpuskelaspekt der Materie drängen Białobrzęski die Analogien der Rückwirkung zwischen psychischer und körperlicher Sphäre bei lebendigen Organismen auf (ebd.). Die undurchdringliche Potenzialität erweist sich im äußerlichen Experiment (das sich nach Białobrzęski in den Kategorien von Raum und Zeit vollzieht) nur in der Gestalt des Korpuskelaspekts. „Der Wellenaspekt ist das statistische Resultat zahlreicher atomarer Akte“ (ebd.). Weiter schreibt Białobrzęski wichtige Sätze: „... von dem neuen Standpunkt aus ... geht ... der Reduktionsakt des Wellenbündels ... bei der Messung irgendeiner physikalischen Größe unter: Aus der vor der Messung bestehenden Vermischung der eigenen Zustände der Größe wählt der Messungsakt einen Zustand als Ergebnis der Messung aus. ... Die Einführung der Potenzialität in die Natur als grundlegender Faktor gibt die Möglichkeit, die Reduktion des Wellenbündels realistisch zu sehen.“ „... wir nehmen an, daß sich in der Natur ununterbrochen Reduktionsakte von Wellenbündeln oder, allgemein gesprochen, Akte der Determinierung der Potenzialität vollziehen“ (S. 359–360).

Das Problem der Zweiheit der allgemeinen Materie untersuchen andere Physiker, ohne in eine besondere Interpretation einzutreten. Die Materie ist für sie weder eine Welle noch ein Teilchen, sondern etwas, was für das Vorstellungsvermögen unzugänglich ist und was zeitweise Korpuskel-, zeitweise Welleneigenschaften aufweist⁴³. Es gibt keinen Widerspruch, sondern nur Ungenauigkeiten unserer Vorstellungen, die sich an den Bildern des Makrokosmos orientierten⁴⁴.

Die philosophische Probe der Interpretation der Quantenmechanik, wie sie von Białobrzęski unternommen wird, und auch Aussagen moderner Physiker über die Uneinheitlichkeit der Materie, stimmen irgendwie mit der philosophischen Materietheorie des heiligen Thomas von Aquino überein, die dieser unter Einfluß der aristotelischen Theorie von Akt und Möglichkeit bzw. Potenz aufstellte⁴⁵. Thomas weist nämlich darauf hin, daß die Materie in ihrer „Natur“ nicht nur nicht einheitlich ist, sondern es auch nicht sein kann. Konkret kann sie nicht ausschließlich eine grundlegende Form haben, obwohl sie dadurch allein Korpuskelcharakter besitzen würde (*corporeitas*). Die Auffassung von Thomas wurde in der Diskussion mit Avicbron klar, der die Korpuskularität als grundlegende und allgemeine Form der Materie begriff. Das ist der Gedankengang des heiligen Thomas: „Avicbron nahm (nur) *eine* allen Körpern gemeinsame Materie an; denn er betonte die *Einheit* der korpuskularen Formen. – Aber wenn die Korpuskelform im Wesen die eigentliche Form wäre, die in der Materie die anderen Formen, die die materiellen Körper untereinander unterscheiden, vermuten würden, so wäre sie notwendig (bzw. sie könnte nicht in der Materie nicht sein), denn sie würde in der Materie unveränderlich und unab-

⁴³ I. Adamczewski, a.a.O. 25. ⁴⁴ A. Piekara, a.a.O. 50.

⁴⁵ Białobrzęski selbst knüpft bewußt an die aristotelischen Auffassungen von Sein und Materie an, a.a.O. 362.

setzbar stecken. Im Verhältnis zu ihr wäre irgendein Körper unzerstörbar. Er wäre zerstörbar und veränderlich nur hinsichtlich sekundärer Formen, die schon Korpuskelformen vermuten lassen. Wenn dem so wäre, wäre der materielle Körper im Wesen unzerstörbar (darin sieht Thomas einen Widerspruch zu den bestehenden Tatsachen, z. B. dem Übergang der Materie aus dem unbelebten zum belebten Zustand), er wäre nur in bestimmter Hinsicht zerstörbar, weil beim Verlust irgendwelcher Formen immer irgendein aktuelles Sein bestehen bliebe (ein Sein mit einer bestimmten grundlegenden Korpuskelform). Ähnlich war es in der Theorie der antiken philosophierenden Physiker, die auch das aktuelle Dasein als letzten Grund der veränderlichen materiellen Körper annahmen. Ein solcher Grund sollte das Feuer oder die Luft oder irgendeine andere Erscheinung der Materie sein⁴⁶. Im weiteren Verlauf entwickelt Thomas seine These, daß die Materie selbst von sich aus keine grundlegende Form besitzt, sondern die Potenz zu verschiedenen Formen hat. Sie kann sich in verschiedenen Gestalten zeigen. Diese Angelegenheit gehört schon zum rein philosophischen Bereich der Materietheorie.

B. Philosophische Interpretation der Materie

Das Problem der philosophischen Erklärung der Materie vollzieht sich in zwei aufeinanderfolgenden Etappen: Aufdeckung der philosophisch begriffenen Materie als eines der Bestandteile materieller Körper und Analyse der „Natur“ der enthüllten Materie, die in der Philosophie den Namen „erste Materie“ hat. Die erste Etappe haben wir bereits in unserem Aufsatz „Mathematischer und philosophischer Interpretationismus der Materie“⁴⁷ behandelt. Die dort begonnenen Analysen sind unerlässlich für die Durchführung weiterer Erwägungen zum Thema der philosophisch begriffenen „Natur“ der „ersten Materie“ genannten enthüllten Materie. Die im obigen Aufsatz skizzierte Sachlage muß hier ergänzt werden. Die Aufmerksamkeit muß auf die ursprünglichen Grundsätze und auf die Analyse der Natur sowie die Eigenschaften der „ersten Materie“ gelenkt werden. Dies vollbringt man, wenn man sich auf die Forschungen der Autoren stützt, die als erste wirklich philosophisch die erkenntnistheoretische und systematische Anstrengung auf sich genommen haben. Es sind Aristoteles und Thomas.

Die Hauptgrundsätze von Aristoteles

Über die Materie schreibt Aristoteles hauptsächlich im ersten Buch der Physik und im achten der Metaphysik, außerdem bis zu einem gewissen Grad im siebenten Buch der Metaphysik, wo er im dritten Kapitel seine Definition der Substanz gibt⁴⁸.

⁴⁶ Ebd.; I q 66 a 2 (siehe nota 65).

⁴⁷ A. M. Krąpiec OP, Matematyczny i filozoficzny interpretacjonizm materii: Zeszyty Naukowe KUL 1 (Lublin 1958) Heft 3, 9–30.

⁴⁸ Phys. A 1–8, 184 a 10–192 b 4. Met. H 4–5, 1044 a 15–1065 b 23; Z 3, 1028 b 33–1029 b 12.

Es ist bezeichnend, daß der Stagirite seine Bemerkungen über die Materie im Anschluß an seine Erwägungen über die Substanz bringt. Dies weist darauf hin, daß er die Materie als einen Bestandteil der Substanz auffaßt und nicht als ein für sich allein bestehendes Sein. Das, was ist, ist die Substanz — ein zusammengesetztes Sein aus Elementen: „Materie“ und „Form“.

Den Standpunkt des Aristoteles muß man mit einem gewissen Nachdruck hervorheben. Für ihn ist Sein im eigentlichen Sinn und im Grunde allein die Substanz. Schon im ersten und zweiten Kapitel des Buches Γ, wo er das Objekt der Metaphysik zu bestimmen versucht, weist er auf die (erste) Substanz als auf das hin, was wir im eigentlichen Sinn Sein nennen. Das Sein ist also Substanz oder das, was mit der Substanz in Verbindung steht und was entweder eine Eigenschaft der Substanz oder auch ihr Bestand bzw. Zerfall (der Weg „zu“ oder „von“) oder endlich eine Relation des Gedankens über die Substanz ist (diese bilden alle Gedankendinge). Das grundlegende Element der Wirklichkeit ist jedoch allein die Substanz; sie ist das Hauptanalogon des Seins, und ohne sie ist für Aristoteles jedes Sein vollkommen unfafßbar.

Darum ist es auch Aufgabe der Metaphysik, die Gründe der Substanz zu bestimmen und so die Substanz zu erforschen⁴⁹. Damit man irgend etwas erkennen kann, muß man erst zu irgendeiner Erkenntnis der Substanz gelangt sein. Die Substanz drückt nämlich das „Wesen“ der Sache aus, wir urteilen über sie *in quod quid*, und erst wenn wir den „Begriff“ (notio) der Substanz besitzen, verstehen wir die anderen realen Eigenschaften, über die wir *in quale quid* urteilen. Nach der Ansicht des Stagiriten muß man begreifen, was eine Sache ist, um später voller zu verstehen, was diese Sache ist. Die Substanz ist nämlich ein in sich selbst verständliches Sein; sie ist ein „absolutes“ Sein, während die anderen Seinsheiten im Verhältnis zur Substanz „relativ“ sind. Diese sind erst durch sie existierend und verständlich⁵⁰.

Im gleichen Kapitel stellt Aristoteles ferner fest, daß die Substanz im Verhältnis zu allen anderen realen Seinsheiten, bzw. im Verhältnis zur Zufälligkeit, in gleicher Weise — zeitlich, logisch und allgemeinerkennbar — die erste ist.

Im Verhältnis zu allen anderen Elementen der Wirklichkeit ist die Substanz der Zeit nach früher da, denn keine Zufälligkeit (Akzidenz) kann als Zufälligkeit getrennt von der Substanz existieren. Dagegen ist es kein Widerspruch, wenn eine Substanz ohne Zufälligkeiten besteht. Und nicht immer, wenn eine Substanz da ist, ist auch das Zufällige da, wohl aber ist immer, wenn eine Zufälligkeit da ist, auch die Substanz vorhanden.

Auch vom logischen Standpunkt aus (in der Definition) — vom Verstand her — ist die Substanz früher als die Zufälligkeit. Die Substanz ist nämlich das eigentliche Subjekt der Zufälligkeit. Das Subjekt aber tritt immer in die Definition der Bestimmung seiner Eigenschaften ein, z. B. tritt die Nase in die Bestimmung der Krümmung der Nase ein: „Adlernase“ oder „Stulpnase“.

Schließlich ist die Substanz auch in der reiferen Erkenntnis früher als die Zu-

⁴⁹ Met. E 1, 1025 b 3–1026 a 32; Z 1, 1028 a 10–1028 b 7; H 1, 1042 a 3–1042 b 7; A 1, 1069 a 18–1069 b 2.

⁵⁰ Met. © 8, 1049 b 4–12.

fälligkeit da, denn sie ist etwas, was die Zustände der Sache „deutet“. Von jeder Sache wissen wir, was sie ist (wir kennen ihr Wesen) nicht aufgrund ihrer Zufälligkeit, sondern der Substanz. Die Erkenntnis dessen, was eine Sache ist, bedingt (in gewisser Hinsicht) die Bestimmung, wie sie ist⁵¹.

Für Aristoteles ist also der Ausgangspunkt bei der Erforschung der Wirklichkeit die Feststellung der Existenz der Substanz. Dies war für ihn gar kein Problem; denn schon seine Vorgänger hatten sich mit dem Problem der Substanz beschäftigt, und er selbst beruft sich darauf in der *Metaphysik* am Ende des ersten Kapitels des Buches Z. Wenn nämlich diese Philosophen gefragt haben „was ist diese Sache?“, dann fragten sie nach der Substanz der Sache. Im Zusammenhang mit dem so verstandenen Sein – Substanz – stellten die einen – Melissos und Parmenides – fest, daß sie irgend „Eines“ und „Unteilbares“, andere Vertreter der altjonischen Schule wiederum, daß sie veränderlich sei. Letztere identifizierten nämlich die Veränderlichkeit mit der Materie.

Für Aristoteles ist eine substanzlose Wirklichkeit überhaupt unfassbar. Wenn eine Wirklichkeit wirklich eine Wirklichkeit ist, so ist sie etwas, und das ist Substanz. Substanz ist etwas, was zuerst erkannt ist, denn die Substanz ist nicht mit dem Sein identisch. Wenn Aristoteles nach der Ursache oder dem Grund fragt von etwas, was ist, so fragt er nach der Ursache der Substanz; denn das, was ist, ist Substanz, und alles andere ist nur dank der Substanz.

Darum richtete sich die gesamte Anstrengung des philosophischen Denkens vor Aristoteles auf die Substanzanalyse. Der Substanzanalyse sind grundsätzliche Teile der Bücher der *Metaphysik* gewidmet, nämlich die Bücher Z H Θ; außerdem spricht der Verfasser über die Substanz auch in den beiden ersten Kapiteln des Buches Γ, im Buch Λ sowie in den weiteren Schlußbüchern der *Metaphysik*. Auch die Analyse des Grundsatzes des Widerspruchs muß man nach seiner Auffassung als Relation des Gedenkens über das Sein, und damit über die Substanz, behandeln. Die ganze aristotelische *Metaphysik* führt grundsätzlich zur Substanzanalyse, sowohl vom Standpunkt der geschichtlichen Entwicklung des Denkens als auch vom Standpunkt der Analyse der Substanz selbst als des Seins oder auch als Objekt der Definition, der Substanz als physischer Wirklichkeit, der nichtmateriellen Substanz oder auch der zweiten Substanz als gedankliches Abstraktum der ersten Substanz, (Bücher: ΑΓΕΗΘΛΜΝ).

Aristoteles unterzieht die Substanz als wirkliches Sein bei der Feststellung ihrer Existenz einer Analyse und kommt zu dem Schluß, der letzte Grund der Substanz sei ein aktiver Faktor, die Form, und ein potenzieller Faktor, die Materie. Der Beweis der Existenz von Materie und Form als Bestandsfaktoren der existierenden Substanz wurde im oben erwähnten Aufsatz über den mathematischen und philosophischen Interpretationismus der Materie durchgeführt.

Trotz der Anerkennung der Materie und der Form als Bestandselemente der Substanz – des Seins, nahm der Stagirite vier Elementarzustände der Materie an: Feuer, Luft, Wasser und Erde. Diese vier Materieelemente wurden bereits

⁵¹ Met. Θ8, 1049 b 12–1050 b 2. Etwas anderes ist die Art der Erkenntnis, die sich durch die Analyse der Zufälligkeit vollzieht.

vor Aristoteles unterschieden. Er selbst übernahm diesen Sachverhalt⁵², und die physischen Eigenschaften der materiellen Körper erklärte er als bessere oder schlechtere Vermischungen eben dieser Grundelemente. Die vier Materiezustände, die intuitiv wahrgenommen werden, bildeten nicht die Substanz, sondern die Substanz war „aus ihnen“; sie erfüllten eine den in der Chemie unterschiedenen Elementen analoge Rolle.

Die „Natur“ der ersten Materie

Vor der Erwägung der „Natur“ der ersten Materie muß man sich vor allem über eine Reihe Schwierigkeiten klar werden, die mit den Urteilen über jegliche unselbständige Seinslemente zusammenhängen und die im Mittelalter im Gegensatz zum *ens quod: ens quo* genannt wurden. Es besteht eine große Gefahr, daß unsere Erkenntnis irgendwie von sich aus das „realisiert“ und verselbständigt, was seinsmäßig nicht selbständig ist. So erkennen wir alles, was wir erkennen, als irgendwie seiend, also als etwas, das selbständig existiert, daß es eine „Sache“ ist, die wir erkenntnismäßig beurteilen und analysieren können. Nun gibt es aber auf philosophischem Gebiet eine ganze Reihe von Fällen unselbständiger Seinszustände. Zu diesen gehört auch die „erste Materie“, die nie ein Sein, sondern nur ein Seinslement ist. Wenn wir diesem Seinslement, das die erste Materie ist, unsere „Seinssprache“ anpassen, und wir können sie nicht anpassen, da wir keine andere Sprache haben – und wohl auch nicht haben können –, ist die Gefahr gegeben, die erste Materie als irgendein Sein aufzufassen. Dann ist es auch sehr leicht nachzuweisen, daß die so verstandene erste Materie in sich viele Widersprüche verifiziert. Und so wäre es auch in der Tat, wäre nicht die Tatsache, daß die sich in der ersten Materie verifizierenden Widersprüche – die, wenn wir uns der Sprache der Phänomenologie bedienen, leicht aufweisbar sind – sich wirklich verifizieren würden, wenn sie selbst ein selbständiger Seinszustand wären, der erkenntnismäßig in irgendeinem eindeutigen Begriff aufgeklärt ist. Die erste Materie kann jedoch als Seinslement nicht völlig richtig in der „Seinssprache“ analysiert werden. Darum sollte zu jedem affirmativen oder negativen Satz in Bezug auf die erste Materie die Reflexion hinzukommen, die den Ausdruck der „Seinssprache“ korrigiert, deren wir uns nicht bedienen können. Alle aus der philosophischen Seinsanalyse hervorgehenden Begriffe, die die erste Materie betreffen, sind ausschließlich konstruktive, und darum analogische, eher hinweisende Begriffe, in deren Richtung eher das Verständnis des Problems liegt, als eindeutig das Problem auflösende Begriffe.

Diese leitende Bemerkung ist notwendig, damit die Erwägungen über die erste Materie als unselbständigen Seinszustand, als Seinslement, nicht geradezu absurd werden, falls wir sie im Sinn von Analysen, die selbständige Seinszustände betreffen, annehmen würden.

⁵² Met. ©17, 1041 b 11–28.

Im Buch A der Metaphysik, Kapitel 3, erwähnt Aristoteles verschiedene Substanztypen. Er hält die Bemerkung über die Substanz als „Synthese“ von Materie und Form zurück; denn diese sind ihre Bestandteile. – Was ist Materie?, fragt er und gibt seine berühmte negative Beschreibung der Materie, die in die Gedankengänge der Scholastik Eingang fand: LEGO D’HELEN HE KAT’ AUTEN METE TI POZON METE ALLO MEDEN LEGETAI HOIS HORISTAI TO ON – die in sich begriffene Materie nenne ich nicht das, was ist, auch nicht Quantität, auch nicht irgend etwas von dem, was das Sein bestimmt⁵³. Die Materie ist also in sich nicht erkennbar, und darum ist sie in sich undefinierbar. Daraus geht hervor, daß die Materie, in sich begriffen, in ihrer Scheidung von der Form, von der Ganzheit, keinen Inhalt darstellt. Vor allem ist sie keine Substanz – οὐσία –, und darum ist sie nicht irgendein selbständiges Sein. Von sich aus besitzt sie keinen determinierenden Faktor, weder Substanz noch irgendeine Eigenschaft der Substanz, weder Quantität noch sonst etwas.

Die von Aristoteles gegebene negative Beschreibung der ersten Materie weist darauf hin, daß er sie als Möglichkeit (Potenz), die in sich des Aktes beraubt ist, auffaßte. Der Akt ist nämlich immer der Inhalt des Wesens, der bestimmende Faktor entweder für die Kategorie der ersten Substanz oder für irgendwelche Seinskategorien. Stattdessen ist die Materie, die von sich aus kein determinierender und irgendein Sein, irgendeine Natur, bestimmender Faktor ist, reine Potenz, wenn sie in sich – nicht aus sich, sondern aus der mit ihr verbundenen Form – etwas Wirkliches ist. Die in sich begriffene Materie ist undefinierbar. Die Negationen allein bestimmen nicht den Inhalt, sondern nur logische Indeterminationen⁵⁴.

Genauer bezeichnet Aristoteles die „Natur“ der ersten Materie in seiner sog. positiven Definition. Er entwickelt diese Definition im zweiten Buch der *Metaphysik* sowie im ersten Buch der *Physik*⁵⁵. Der Autor weist auf die Tatsache substantieller Veränderungen hin, wie sie in der Welt bestehen und die die Eleaten, für die die Möglichkeit der Veränderung mit der Identifizierung von Sein und Nichtsein gleichbedeutend war, verneinten. Falls es substantiale Veränderungen gibt, ist die erste Materie das erste und grundlegende Subjekt aller Veränderungen: LEGO GAR HELEN TO PROTON HYPOKEIMENON HEKASTO EX HU GINETAI ENIPARCHONTOS ME KATA SYMBEBEKOS⁵⁶; so verstanden ist die erste Materie das erste Subjekt jeder Sache, aus der und mit der als innerliches Ko-element irgendeine neue Substanz entsteht (ME KATA

⁵³ Met. Z 3, 1029 a 19–20.

⁵⁴ Negativ haben auch Plotin (Enneades I, 1, IV, c 8, ed. 75, 37) und Augustinus (Confessiones XII b) die erste Materie definiert: „Mutabilitas . . . rerum mutabilium ipsa capax est formarum omnium, in quas mutantur res mutabiles. Et haec quid est? Numquid animus? Numquid corpus? Numquid species animi vel corporis? Si dici posset nihil aliquid et est non ens, hoc eam dicerem; et tamen iam utcumque erat, ut species caperet istas visibiles et compositas.“ Thomas von Aquino bezeichnet nach Aristoteles (in den Kommentaren) die Materie ebenso.

⁵⁵ Met. © 1, 1042 a 1–1942 b 7; Phys. A 9, 991 b 35–192 b 4.

⁵⁶ Phys. A 9 192 a 31–32. Die Definition lautet lateinisch: Primum unicuiusque rei subiectum ex quo insito aliquid fit primo et non secundum accidens.

SYMBEBEKOS). In den Büchern der *Metaphysik* bestimmt Aristoteles die Materie als TO HYPOKEIMENON TAIS METABOLAIS (H 1, 1042 b 34).

Aristoteles verbindet also den Begriff der Materie mit dem Begriff des Subjekts irgendwelcher Veränderung. Wenn man die Veränderungen und die lokale Bewegung in Betracht zieht, so ist das Subjekt der existierenden Ortsveränderung der reale Raum bzw. die Körperausdehnung. Die Existenz des Subjekts ermöglicht die Tatsache der Veränderung.

Ähnlich wie bei den quantitativen Veränderungen kann man auch bei den qualitativen die ihnen gemeinsamen Grundlagen finden. Wenn also alle Veränderungen in den Kategorien der Zufälligkeit ihre gemeinsame Grundlage haben, die (in gewisser Hinsicht) ihr letzter Grund ist, so gibt es auch bei der substantialen Veränderung (in der Kategorie der Substanz) eine gemeinsame, erste Grundlage als letzten Grund gerade dieser Veränderungen. Diese Grundlage heißt „erste Materie“.

Die aristotelische Analyse der substantialen Veränderungen führt nicht nur zur Feststellung der Existenz der ersten Materie, sondern auch zur Enthüllung der Natur dieser Materie als reine Potenzialität, von der noch unten die Rede sein wird.

Die erste Materie als Grundlage jeglicher Veränderungen ist also ein konstituierender Faktor, der zusammen mit der Form das konkrete, materielle Sein innerlich konstituiert, bzw. irgendein Prinzip, das die Sache vereint. Aus der ersten Materie als Potenzialität und aus der Form als Akt entsteht die konkrete Substanz. Hingegen entsteht in allen Veränderungen in der Kategorie der Zufälligkeit auch ein neues Sein, aber wiederum nur ein zufälliges Sein, irgendeine neue Zufälligkeit. Also ist die erste Materie als letzte und erste Grundlage nicht ein Ko-element bei der Entstehung der Zufälligkeit; dort spielt nämlich die „zweite Materie“ bzw. irgendeine konkrete Substanz oder auch eine Verbindung materieller Substanzen diese Rolle. Die erste Materie ist lediglich Ko-element bei der Entstehung einer Substanz. Wegen ihr sind ein Seinspluralismus in der materiellen Welt und substantiale Veränderungen überhaupt bzw. eine Evolution möglich, wie sie ja in der ganzen materiellen Natur vorkommt.

Lehnt man die Existenz der ersten Materie ab, so kommt man zur absoluten Ungereimtheit des statischen Monismus, der im Gegensatz zur grundlegenden Evidenz und zur eigenen Erkenntnis steht. Er macht die Erklärung jeglicher Veränderung unmöglich und schafft eine Menge unlösbarer Schwierigkeiten.

Obwohl die erste Materie nur verstandesmäßig als letzter Grund für Veränderungen, Vielheit, potenzielle Erkenntnis der Dinge, enthüllbar ist, ist sie nicht etwas nur gedanklich existierendes, ein gedankliches Sein, das seine Begründung in der Sache hat (Lange, Lotze, Späth, Schaun, von Hertling usw.), sondern ein wirkliches Element, das das reale Sein mitkonstituiert. Wenn nämlich die erste Materie nur eine logische Möglichkeit bzw. Unwidersprüchlichkeit wäre, wäre sie eine gewöhnliche Gedankenkonstruktion, die keine realen, physischen, materiellen Tatsachen von der Art wie z. B. Veränderungen erklärt. Wenn wir aber nach der letzten Ursache von Veränderungen bzw. realen Tatsachen suchen, dann kann der „Grund“ nur real, wirklich sein. Ein gedank-

liches Sein gibt keine „Begründung“ eines realen Seins. Die erste Materie, aufgefaßt als letztes Subjekt der Veränderungen, ist also nicht nur ein logisches, sondern auch ein reales Subjekt.

Aus der ersten Materie und der mit ihr verbundenen Form entsteht das wirkliche Sein — οὐσία πρώτη —; sie ist also ein reales Element, das das Sein mit-hervorbringt.

Zweifelsohne gibt es in der so begriffenen ersten Materie keine Form, und wenn die Form das Sein konstituiert, so könnte es den Anschein haben, die erste Materie sei noch kein Sein. Tatsächlich ist sie, absolut genommen, kein Sein, relativ ist sie ein Nichtsein, da sie Nichtakt ist. Etwas anderes ist die Materie selbst, etwas anderes der „Mangel“ an Form — στέρησις. Der Begriff des „Mangels“ ist nämlich die Negation der Form im eigentlichen Subjekt für diese Form⁵⁷. Obwohl die erste Materie wirklich keine Form besitzt, so hat sie doch in sich eine „positive Tendenz“ zur Form, ist etwas, das der Form als irgend etwas koexistiert und das reale Sein positiv mitkonstituiert. Wenn der „Mangel“ eine zufällige Ursache (*causa per accidens*) für die Entstehung des Seins ist — denn er verhindert das neue Sein nicht, wenn nicht zuerst die ursprüngliche Form im Sinne des Grundsatzes *corruptio unius fit generatio alterius* beseitigt wird, dann ist die erste Materie dafür der eigentliche, materielle Grund, das materielle Element, aus dem etwas entsteht, und das dann in dem, was entsteht, real beharrt⁵⁸.

Sowohl im Zusammenhang mit der negativen Definition, welche das Problem der Unerkennbarkeit der ersten Materie aufgestellt hat, als auch im Zusammenhang mit der positiven Definition, die auf die erste Materie als auf das reale Ko-element des konkreten Seins hingewiesen hat, indem sie zeigte, daß die erste Materie das letzte Subjekt für die substantialen Veränderungen ist, entstand das in der Geschichte der Scholastik berühmte Problem, die erste Materie als reine und absolut passive Potenz aufzufassen.

Schon aus der aristotelischen Analyse der substantialen Veränderung geht hervor, daß die erste Materie nicht nur als erste Grundlage der Veränderung existiert, sondern daß sie auch absolute und reine Potenz ist.

Besäße nämlich die erste Materie von sich aus irgendeinen Akt, wären substantiale Veränderungen unmöglich, und es gäbe höchstens irgendwelche zufälligen Veränderungen der einen, grundlegenden, unveränderlichen Substanz, die in scheinbar gleichen Seinsheiten auftreten würde. Alle neuen Formen, die entstünden, würden kein neues Sein darstellen, sondern allein eine neue zufällige Abänderung des einen existierenden Seins. Das wäre eine scheinbare Vielheit in der Einheit und Einzigkeit des Seins.

Dann wäre — wie Aristoteles in seinem ersten Buch der *Physik*⁵⁹ mit Recht hervorhebt — die erste Materie hinsichtlich der substantialen Formen des natürlichen Seins das, was die zweite Materie ist, die unter irgendeiner natürlichen

⁵⁷ Thomas von Aquino, Phys. I, 14, 5.

⁵⁸ Thomas von Aquino, Phys. I, 14, 8.

⁵⁹ Phys. A 7, 189 b 30–191 a 22.

Form (Holz) existiert, hinsichtlich künstlicher oder handwerklicher Gebilde (Tisch, Bank). Wie das Holz hinsichtlich des Stuhles oder Tisches reine Potenz ist, da es in ihm noch keine Form eines Tisches oder Stuhles gibt, so ist auch die erste Materie hinsichtlich der substantialen Formen reine Potenz, da sie in sich (von sich) noch keine substantialen Formen besitzt, sondern mit der substantialen Form zusammen das eine, wirkliche Sein hervorbringt.

Darum ist die erste Materie substantiale Möglichkeit, ein substantieller, potentieller Faktor der natürlichen Seinsheiten.

Unter dem Einfluß des Skotismus und Nominalismus, zweier Richtungen, die einen realen Unterschied zwischen Wesen und Dasein nicht annehmen, sondern nur einen Formal- oder Modalunterschied, entstand die Schwierigkeit hinsichtlich des Begreifens der ersten Materie. Obwohl man darin einig ist, daß die erste Materie von sich aus keine Form besitzt, so argumentiert man etwa auf folgende Weise: Die erste Materie ist von sich aus nicht Nichts. Wenn sie aber nicht Nichts ist, so unterscheidet sie sich in irgend etwas vom Nichts. Obwohl sie sich von ihm nicht in der Form unterscheidet, so unterscheidet sie sich doch von ihm in der Seinsweise. Wenn nämlich die erste Materie etwas Wirkliches ist, so existiert sie auf irgendeine Weise. Dann kann man nicht die Existenz absolut von der ersten Materie trennen und gleichzeitig die Feststellung ihrer Realität aufrecht erhalten. Demzufolge hat die erste Materie in sich einen Seins-, einen entitativen Akt: den Existenzakt. In Wirklichkeit ist die Existenz von einer anderen Art als die eines aus Materie und Form zusammengesetzten Seins, sie ist jedoch irgendeine Existenz.

Die ganze Schwierigkeit, die viele Philosophen (Durandus, Vasquez, Suárez u. a.) zur Annahme eines eigenen Aktes neigen ließ, geht also aus der Nichtunterscheidung von Wesen und Sein bei zufälligen Seinsheiten hervor. Man nahm an, daß die Existenz eine bestimmte Modalität bzw. Eigenschaft des realen Seins ist. Wenn also die erste Materie real ist – so folgerte man –, existiert die erste Materie.

Wie kann man dieses Problem lösen? Besitzt die erste Materie von sich aus irgendeinen Existenzakt, obwohl sie keinen Formalakt hat, obwohl sie, von der Form aus gesehen, reine Potenz ist? Und wenn sie ihn nicht besitzt, wie kann sie dann etwas Wirkliches und zugleich reine Potenz sein?

Eine nähere Analyse der ersten Materie zeigt, daß sie reine Potenz ist, sowohl hinsichtlich des Aktes, der die substantiale Form ist, als auch hinsichtlich des Existenzaktes der Dinge.

Schon oben wurde aufgezeigt, daß die erste Materie hinsichtlich der substantialen Formen reine Form ist, bzw. daß die erste Materie von sich aus keine substantiale Form besitzt. Wäre dem nicht so, hätten wir einen Monismus. Dann besäße nämlich die erste Materie als solche, als Grundlage aller substantialen, materiellen Veränderungen ihre eigene substantiale Form. Sie besäße also, obwohl sie in allen materiellen Seinsheiten existiert, einen eigenen, von jedem und jeder Sache unabhängigen Akt bzw. wäre gleichzeitig selbst Grundlage und die eine Substanz. Alle anderen Substanzen wären nur ihre zufälligen Modifikationen, würden nur sie ausmachen und nicht einen anderen Bau derselben

homogenen, grundlegenden Materie. Und so wären die sog. substantialen Veränderungen, die es zweifelsohne zwischen der unbelebten und belebten Materie gibt, nur zufällige Veränderungen, da die Materie immer sie selbst bleibt und ihren eigenen, von allen anderen Formen unabhängigen Akt besitzt. Dann wäre der Übergang aus der unbelebten Welt in die belebte unwesentlich. Zwischen der belebten und materiellen Welt, zwischen Mensch und Tier oder Pflanze oder gar irgendeinem Mineral gäbe es keinen substantialen, sondern nur einen zufälligen Unterschied. Die ganze Welt bestände nur aus Varianten der einen und selben Materie. Das, was ist, Sein im eigentlichen Sinne, wäre nur eine, in allen Seinsheiten grundsätzliche gleiche Materie, die allerdings verschiedene Formen annimmt. Diese zerstören aber nicht ihre innere, grundlegende Natur. Es würde also in der gesamten materiellen Welt ein absoluter Monismus herrschen. Der Seinspluralismus, für den sich vor allem der gesunde Menschenverstand entscheidet, die Selbsterkenntnis des Menschen, die ihn „personal“ der Natur gegenüberstellt, und schließlich die Evidenz der Dinge, die mit philosophischen Begründungen erhärtet ist, wäre dann nur scheinbar; ebenso scheinbar war die Sicht der Welt im System des Parmenides.

Haben wir also die Perspektive des statischen materiellen Monismus vor uns, der notwendig mit der Negierung der reinen Potenzialität der Materie verbunden ist, so können wir uns mit dieser Verneinung nicht zufrieden geben. Zudem muß man die Potenzialität der ersten Materie bejahen.

Könnte man aber nicht den Besitz irgendeiner eigenen Form bei der ersten Materie mit dem Seinspluralismus durch die Annahme der Größe der Formen im konkreten Sein in Übereinstimmung bringen? Dann besäße die erste Materie tatsächlich eine Form, aber diese an sich sehr „schwächliche“ und unvollkommene Form – ebenso unvollkommen wie das Sein der Materie – wäre einer vollkommeneren Form untergeordnet, die alles leitet und im eigentlichen Sinn substantiale Form wäre.

Es handelt sich also eigentlich um das Problem der Vielheit der Formen in dem einen materiellen Sein, und als solches verlangt es eine besondere Betrachtung. Diesem Problem muß man eigens etwas mehr Beachtung schenken, hier aber soll nur allgemein festgestellt werden, daß die Annahme einer Vielheit von Formen in diesem Fall ein Halbierungspunkt ist. In seinem Kern ist sie nicht grundsätzlich von der Annahme des Monismus verschieden. Warum?

Wenn in irgendeinem einzigen materiellen Sein eine Vielheit von Formen existieren würde, sagen wir substantiale Formen, dann wäre die erste Form der Materie im eigentlichen Sinn die substantiale Form; alle anderen Formen wären nur zufällige Formen. Der Akt der ersten Materie ist nämlich substantiale Form, und einen solchen Akt besäße die Materie von sich, unabhängig von irgendeiner anderen Form. Demzufolge würde die erste Materie von sich aus die eine, gemeinsame materielle Substanz bilden. Alle anderen Formen, die sich dem bereits bestehenden ersten Akt der Materie anschließen würden, wären nur sekundäre bzw. zufällige Formen. Dann gäbe es keine innere Seinseinheit; ein Sein, das viele Akte hat, ist ein aus verschiedenen Seinsheiten zusammengesetztes Sein, ein zufälliges Sein. Wenn die erste Materie von sich aus eine Form

bzw. irgendeinen Akt besitzt, so bildet nur die Form oder der Akt die Substanz, und alles, was zu der schon bestehenden Substanz, zum schon bestehenden Akt, hinzukommt, ist zufälliger Akt. Demgegenüber bedeutet die Annahme einer Vielheit von Formen in einem Sein gerade die Vernichtung der Seinsseinheit, bedeutet die Schaffung zusammengesetzter Seinsheiten, die zufällig begriffen werden, bedeutet eigentlich die Annahme eines grundlegenden Seins, im Verhältnis zu dem alles andere nur eine bestimmte Variante bzw. irgendeine zufällige Ansammlung von Elementen im Grunde desselben, grundlegenden — unter vielen Erscheinungen auftretenden — Seins ist. Und das ist schon der Ausdruck des klassischen Monismus.

Ferner ist die Vielheit der Formen hinsichtlich der Feststellung des Seinspluralismus der im Wesen unteilbaren Seinsheiten und der untereinander verschiedenen Substanzen im Widerspruch stehend. Wenn wir dann feststellen, daß es in sich wesentlich ungeteilte bzw. in sich einheitliche Substanzen gibt, dann stellen wir gleichzeitig fest, daß es in diesen einheitlichen Seinsheiten eine Vielheit substantialer Formen gibt, und damit sagen wir einen Widerspruch aus.

Der Begriff der ersten Materie läßt sich nicht mit dem Besitz irgendwelcher Form in Einklang bringen.

Ist jedoch damit notwendig der Begriff der Materie als reiner Potenzialität verbunden? Kann die erste Materie nicht von sich aus irgendeinen Existenzakt besitzen, wie manche Philosophen das wollten, indem sie den Widerspruch bei der Annahme der Realität der ersten Materie wahrnehmen und sie gleichzeitig jedes Aktes berauben?

Die Unmöglichkeit dafür, daß die erste Materie irgendeine Existenz besitzt, wird in etwa verständlicher, wenn man sich der Grundlagen dieser Unmöglichkeit bewußt wird. Eine solche Grundlage liegt in der metaphysischen Theorie, die den Unterschied zwischen Wesen und Dasein im zufälligen Sein feststellt. In diesem Fall ist dieses Problem noch nicht erhellt und wird erst Objekt der Nachforschungen in einer weiteren Etappe der philosophischen Analyse⁶⁰. Leider kann man sich nicht des philosophischen Gedankens bedienen, ohne verschiedene Aspekte seiner Analyse zu betrachten. Man kann nicht die künstliche und in der Philosophie irrealer spinozische Methode anwenden und *more geometrico* die einen Gedanken aus den anderen hervorholen, ohne etwas zu übersehen. Obwohl das Problem des Unterschieds zwischen Wesen und Dasein in den zufälligen Seinsheiten in weiteren Etappen der Analyse im Einzelnen erhellt und begründet werden kann, bedienen wir uns hier dessen, was eigentlich das Ergebnis der später durchgeführten Analyse ist, nämlich des realen Unterschieds zwischen Wesen und Dasein.

Das Dasein in den zufälligen Seinsheiten unterscheidet sich vom Wesen, bzw. die Existenz ist nicht das Wesen, sie ist nicht mit dem zufälligen Sein identisch. Wenn nämlich das Dasein mit dem zufälligen Sein identisch wäre, würde es in seinem Wesen aufgehen. Es gäbe nur notwendig „ebendieses“ Wesen, und alles

⁶⁰ Eine Analyse des Verhältnisses von Wesen und Dasein ist ein eigenes Problem. Zu diesem Thema siehe: Roland-Gosselin, *Le De ente et essentia*, 1926, p. 137–205.

andere wäre nur partizipierend oder auch Erscheinung ebendieses Wesens, das das Dasein ist. Wenn es also wirklich viele und verschiedene Seinsheiten gibt, so ist ihr Dasein nicht dasselbe wie das Wesen. Danach sind Wesen und Dasein verschieden. Ebenso real verschieden sind die Seinsheiten untereinander.

Das so, vom Wesen real verschiedene Dasein konstituiert nicht das Wesen der Dinge, sondern begründet das in ihm gebildete Wesen. Das bedeutet nicht, daß das Wesen etwas früher sein müßte, bevor das Dasein entsteht.

Zweifelsohne bildet sich das Wesen „unter dem aktuellen Dasein“, aber wenn der Existenzakt nicht das Wesen des Dinges konstituiert, so hat das Wesen seinen eigenen Akt, das es konstituiert, jedoch unter dem aktuellen Dasein; denn ohne dieses wäre der Wesensakt irreal. Danach konstituiert der Seinsakt nicht das Wesen des materiellen Dinges; seiner Natur nach begründet er den Formakt, das in sich selbst konstituierte Wesen, das früher ist in der Ordnung der Materialursache als in der Ordnung der Wirk- und Formalursache.

Falls daher die erste Materie in sich Dasein besäße, so würde dadurch entweder das Dasein mit der ersten Materie identisch sein, oder die erste Materie besäße schon in sich selbst das konstituierte Wesen bzw. einen Formalakt.

Warum nur diese zwei Möglichkeiten?

Betrachten wir zuerst die erste von ihnen: Identität der ersten Materie mit dem Dasein. Falls die erste Materie von sich aus keine Form besitzt, gleichzeitig aber den Existenzakt besäße, dank dessen sie sich vom Nichtsein unterscheidet, und wenn dieser Existenzakt mit der Materie selbst verbunden wäre, dann entstünde die Notwendigkeit, das Dasein mit der ersten Materie zu identifizieren. Betrachten wir die erste Materie, losgerissen von der Form. Falls nämlich die erste Materie, losgerissen von der Form, in sich Dasein besäße, wäre sie mit dem Dasein identisch. Wenn sie sich mit dem Dasein nicht real identifizierte, wäre sie vom Dasein real verschieden. Und wenn die Materie in sich nicht real verschieden vom Dasein ist, so identifiziert sie sich real mit Dasein.

Was wären dann die Folgen? Der Existenzakt ist dem Wesen kommensurabel, so wie der Akt überhaupt kommensurabel und proportionell zur Potenzialität ist. Alle Eigenschaften, die dem Wesen zuteil werden, kommen proportionell auch dem Dasein zu, das dieses Wesen aktualisiert. Folglich tritt beim Problem der ersten Materie eine Reihe offenkundiger Widersprüche auf, die aus der Feststellung hervorgehen, daß die erste Materie mit dem Dasein identisch ist.

Die erste Materie ist nämlich etwas radikal Potenzielles (sogar in der suarezianischen Hypothese, die annimmt, daß die erste Materie eine bruchstückhafte Existenz besitzt), und als solche besäße sie ein radikal potenzielles Dasein. Indessen ist die Existenz der Grund der Aktualität des Dinges, der Grund von irgend etwas, was im Ding am vollkommensten ist. Daraus folgt, daß ein und dasselbe (erste Materie) gleichzeitig etwas real am Vollkommensten, weil radikal Potenzielles, und etwas dem Wesen nach Vollkommenstes ist, da es sich mit etwas am Vollkommensten identifiziert, nämlich mit dem Dasein. Daneben ist die erste Materie als etwas radikal Potenzielles irgend etwas unendlich Potenzielles, weil sie der Grund aller unendlichen Veränderungen ist, die wir in der Welt beobachten. Da sie sich real mit der Existenz identifiziert, besäße sie unter

dem Aspekt der Existenz Unendlichkeit. Die Materie wäre von sich aus unendlich potenziell und gleichzeitig etwas Existierendes. Darum wäre sie auch etwas real unendlich Aktuelles; denn Existenz ist etwas Aktuelles. Wenn das Wesen unendliche Attribute hat, dann hat auch das ihm proportionelle Dasein in seiner Ordnung unendliche Attribute. Es entstünde so ein Widerspruch: die gleichzeitig aktuelle und potentielle Unendlichkeit derselben Sache.

Außerdem ist die erste Materie von sich aus nicht determiniert, d. h. das Wesen der ersten Materie ist nicht auf „dieses“ oder „jenes“ Sein determiniert. Wenn das Wesen einer Sache nicht determiniert ist, so kommt zum Nichtdeterminierten nichts Determiniertes hinzu, es sei denn, sein Dasein wäre nicht determiniert. Das nichtdeterminierte Dasein ist unendlich, und das Unendliche ist Gott. In Anbetracht dessen würde man in den Fehler des David von Dinant verfallen, der die erste Materie für Gott hielt. Die unmittelbare Folge ist, wenn man die Existenz bzw. den vollkommensten Akt mit der ersten Materie verbindet, die Annahme der pantheistischen These und die Identifizierung Gottes mit dem Ding, eigentlich mit der Potenzialität des Dinges. Eine solche Konzeption Gottes ist ein Absurdum, und folglich sind auch die Grundlagen der Theorie, die mit einer derartigen Konzeption verbunden sind, absurd.

Wenn schließlich die erste Materie von sich aus nicht real vom Dasein unterschieden wäre, bzw. sich mit der Existenz real identifizierte, entstünde ein absoluter Monismus. Dann wäre alles, was existiert, in Wirklichkeit nur erste Materie in einer sich ständig irgendwie – unter verschiedenen Aspekten – wiederholenden Existenz.

Wenn wir auf dem Standpunkt stehen, daß es zwischen Wesen und Dasein sowie zwischen Materie und Substanz bzw. dem Wesen des Dinges einen Unterschied gibt, dann stellen wir damit fest, daß das Wesen aus sich etwas vom Dasein Verschiedenes ist. Wenn es also etwas vom Dasein Verschiedenes ist, so ist es schon irgendein Wesen, irgend etwas Determiniertes, und wenn es etwas Determiniertes ist, dann ist es durch den Akt determiniert. Den das Wesen determinierenden Akt, der seinen Inhalt bezeichnet, nennen wir die Form. Wenn wir in Anbetracht dessen den Standpunkt vertreten, daß die erste Materie sich vom Dasein unterscheidet, würde – wie schon nachgewiesen – ein Monismus entstehen. Alle anderen Formen, die auf die erste Form folgen würden, wären nämlich zufällig und bildeten nicht das Sein als Sein, sondern ergäben nur verschiedene Varianten desselben Seins. Wenn wir also die Form als ersten Akt auffassen, dann wäre die erste Materie, die die Form besitzt, von allein und grundsätzlich eine „vollendete“ Substanz. Und wie die erste Materie allen materiellen Seinsheiten gleich ist, so wäre sie auch, wenn sie von sich aus die Form besäße, in Wirklichkeit nur die erste Substanz in allen scheinbar verschiedenen und variablen Dingen.

Folglich läge die Konsequenz des in seinem Gehalt verborgenen Monismus auf dem Wege der Feststellung, daß die erste Materie selbständig irgendeinen eigenen Akt besitzt. Die Annahme eines Monismus – sei es eines Formalmonismus (wegen der substantialen Form), sei es eines Seinsmonismus (wegen der nur einen, eigentlichen Existenz der Materie) führt einerseits zur Leugnung der Be-

wegung in der Welt, zur Leugnung des Evolutionismus der Materie, den wir mit unseren Sinnen und mit unserem Verstand feststellen bzw. zu mit dem grundsätzlichen erkenntnismäßigen Erleben in Widerspruch stehenden Feststellungen, andererseits zum Skeptizismus, da er auf dem Standpunkt des Protagoras beharrt, nach dem Wahrheit das ist, was den Anschein hat, Wahrheit zu sein. Dann könnte es viele Seinsheiten geben, denn als solche erscheinen sie unserer Erkenntnis, und gleichzeitig gäbe es nur ein Sein, denn dahin führt uns die Verstandesanalyse.

Die Auffassung, die das Dasein irgendeines Aktes in der Materie kraft der Materie selbst annimmt, läuft im Absurden aus.

Die erste Materie ist von sich aus reine Potenz, besitzt also weder Dasein noch irgendeinen Inhalt. Alles, was sie besitzt, besitzt sie kraft ihrer Form, mit der zusammen sie ein Sein, eine Substanz, bildet. Die Theorie der ersten Materie als einer aus sich reinen Potenzialität ist die Grundlage einer sehr weit vorgeschobenen Potenzialität der Evolution, wie wir sie wirklich in der Welt wahrnehmen. Eine solche Evolution enthält aber in sich keine widersprüchlichen und absurden Elemente, denn die Auffassung der ersten Materie als reiner Potenzialität ist begründet durch die Koexistenz mit der proportionellen substantialen Form. Die Tatsache der Evolution fordert noch zwei Ursachen: die Wirkursache, die die Tatsache der Bewegung, das Streben selbst, begründet, und die Zielursache, die die Entschlossenheit der Wirkursache zum Handeln begründet. Mit einem Wort, die Evolution der Materie, die bis an die Grenzen des Dasein geht, ist möglich. Also ist die Evolution bis zu irgendeiner chaotischen Urmaterie, von der unbelebten Materie zum Menschen, möglich, jedoch unter der Voraussetzung, daß es einen hinreichenden Grund für diese Bewegung und Evolution gibt. Dieser Grund ist der Akt, ohne den die erste Materie nicht aus dem Zustand der Potenz herauskommt bzw. eine Evolution vollbringt.

Wenn also die Verstandesanalyse des Seins in ihm Akt und Potenz als zwei reale transzendente, untereinander verschiedene Kräfte des Aktes und der Potenz aufdeckt, dann können in gleicher Weise sowohl Akt als Potenz in verschiedenen Seinstypen und -hierarchien bis ins Unendliche wachsen. Auf diese Weise kann man einerseits zur Feststellung der reinen Potenzialität, die so sehr vom Akt entfernt ist, daß ihr Selbststand fast ein Widerspruch ist, andererseits kann man – geht man den Weg der Kraft des Aktes, des Inhalts und der Vollkommenheit – zum Begriff des reinen Aktes – des reinen Seins, der reinen – soweit selbständigen und vollkommenen – Existenz gelangen, daß das Nichtallein-Sein dieses Seins ein Widerspruch ist, falls wir in der Wirklichkeit auf einen realen Akt vermischt mit Potenz stoßen.

Die reine Potenz der ersten Materie liegt also in den Grundlagen jeglicher Veränderung, jeglicher Potenzialität.

Aristoteles kommt gewissermaßen zur Feststellung der reinen Potenz der ersten Materie, jedoch nur in ihrem essentiellen, nicht aber existentiellen Aspekt. Über das Dasein und seine Rolle im Sein gab er keine Auskunft, er hatte aber eine klar umrissene Lehre von der reinen Potenzialität der Materie in der essentiellen Ordnung vor Augen. Seine beiden Definitionen der ersten Materie, die

negative und die positive, die die Materie als Grundlage aller Veränderungen begreift, zeigen deutlich, daß er die erste Materie als unvollständiges Sein auffaßte, das von sich aus keine Form besitzt und allein mit ihr koexistiert⁶¹.

Erst Thomas von Aquino wies auf die absolute Potenzialität der ersten Materie nicht nur in der essentiellen, sondern auch in der existentiellen Ordnung hin. Die These von der absoluten Potenzialität (auch in der existentiellen Ordnung) der ersten Materie befindet sich im Verzeichnis der durch den Primas Kildwarby am 18. März 1277 verurteilten Thesen. Die Wahrnehmung der absoluten Potenzialität der ersten Materie von seiten Thomas' war begründet in der Konzeption des realen Seins, das sich nicht nur aus erster Materie und substantieller Form zusammensetzt, sondern vor allem aus dem Wesen, welches Materie und Form bilden, sowie dem Dasein. Die erste Materie ist nicht Sein, sondern allein das potentielle Element des Seins. Sie existiert nicht, sondern ko-existiert unter der Form; darum besitzt sie auch nicht aus sich selbst Dasein, und wenn sie es besitzt, dann nur durch die Form. Das Dasein ist nämlich nicht der „erste“ Akt der ersten Materie, sondern ihr „zweiter Akt“.

Eigenschaften der ersten Materie als reiner Potenzialität

In Übereinstimmung mit der Tradition kann man fünf grundlegende Eigenschaften oder erste Voraussetzungen der ersten Materie unterscheiden, nämlich: Potenzialität, „Begehrlichkeit des Aktes“, Nichtentstehen, Unzerstörbarkeit und Einheit⁶².

Die Potenzialität der Materie. Die erste, grundlegende Eigenschaft der Materie ist ihre Potenzialität. Sie wurde bereits begründet, sowohl von der Seite des Ausschlusses des Formalakts als auch von der Seite des Ausschlusses des Seins-, Existenzaktes. Wenn die Materie keinen Akt in sich hat, ist sie rein passive Potenz. Die Materie kann nämlich, da sie von sich aus weder Formal- noch Existenzakt besitzt, auf keine Weise wirken. Das Wirken ist nämlich eine gewisse Ausdehnung des Daseins, Dasein in der dynamischen Ordnung. Die erste Materie kann folglich in sich kein Wirken haben, wenn sie aus sich kein Dasein besitzt. Ja, sie hat nicht einmal einen Grund, eine Begründung des Wirkens. Quelle – und in diesem Sinn Grund – des Handelns ist die substantiale Form. Die erste Materie schließt aber von ihrem Begriff her die substantiale Form aus; in Anbetracht dessen schließt sie auch den Mitgrund des Wirkens aus.

Die erste Materie ist also in ihrem tiefsten Wesen passive Potenz und zwar so, daß die passive Potenz die erste Materie als solche konstituiert. Die Potenz ist nicht etwas der ersten Materie Zugegebenes, sondern ist – in analogischer Bedeutung – ihr konstitutioneller Faktor (konstitutioneller Faktor im eigentlichen Sinn ist das, wodurch etwas existiert; da die erste Materie von sich aus

⁶¹ Phys. A 9, 192 a 31–32. De gen. et cor. 7, 324 b 17–18. Met. K 2, 1060 a 19–21; 8, 1050 a 15–17.

⁶² Gewährsmann der Tradition ist Johannes vom heiligen Thomas; vgl. *Cursus philosophicus thomisticus*, ed. Reiser II p. 76 b 15. Die hier begonnenen Analysen stützen sich in großem Ausmaß auf Johannes vom heiligen Thomas, a.a.O. q. 3, p. 76–96.

nicht existiert, besitzt sie keinen konstitutionellen Faktor, keinen Akt; wir stellen also nur in analogischem Sinn fest, daß in der ersten Materie die Potenz die Rolle spielt wie der konstitutionelle Faktor im Sein).

Warum konstituiert die Potenzialität das, was wir erste Materie nennen? — Darum, weil die erste Materie von sich aus keinen Inhalt hat; sie besitzt nämlich von sich aus keinen Formalakt, kein Wesen und keinen Inhalt; sie ist auch kein Sein, da sie in sich keine Existenz hat. Die erste Materie ist von sich aus nicht, und wenn sie nicht ist, dann wirkt sie auf keine Weise. Sie ist folglich keine Potenz des Handelns, sondern allein Potenz des Seins. Darum ist sie reine Potenz und zwar so, daß gerade die passive Potenz grundsätzlich die erste Materie ist.

Die erste Materie als reine Potenzialität ist unmittelbar auf die Vereinigung mit der ihr entsprechenden Form eingestellt. Sie ist „Potenz“ in Bezug auf jede Form. Sie ist gänzlich auf die Form hingeeordnet. So schließt sie jede Vermittlung bei der Annahme der Form aus. Wäre sie nicht hinsichtlich der Formen unmittelbare Potenz, entstünde ein absurder Zug ins Unendliche, da eine eventuelle Vermittlung wieder eine neue Vermittlung erforderte und so weiter bis ins Unendliche, wenn sie nicht eine Vermittlung bekäme, die unmittelbar die Form absorbiert, die hinsichtlich der kommenden Form vollkommen potenziell wäre. Da einerseits die Vermittlung mit der Erscheinung des Zuges ins Unendliche absurd ist und andererseits aufgezeigt wurde, daß die erste Materie aus sich reine Potenz ist, „absorbiert“ die erste Materie in Anbetracht dessen unmittelbar die Form, ist also unmittelbare Potenz hinsichtlich der Form.

Mit dem Erwerb der Form verliert die erste Materie selbständig den Aspekt des „Mangels“ — des Mangels an Form, Akt, aber sie vervollkommnet sich im Inhalt, da sie sich aktualisiert. Sie wird also mit dem erfüllt, auf das sie hingeeordnet war. Diese Vervollkommnung ist jedoch nicht so groß, daß sie den Kern der Potenzialität vernichten würde; denn in der Realität wird der Materie die Form nur für eine bestimmte Zeit und zufällig überlassen. Sie wird also mit ihr nicht notwendigerweise verbunden. In der Wirklichkeit beobachten wir Fälle, in denen sich Materie und Form trennen.

Die erste Materie als reine Potenz produziert und emaniert folglich von sich aus grundsätzlich keine materiellen Eigenschaften, wie z. B. Quantität — Ausdehnung. Diese Eigenschaften bzw. Zufälligkeiten sind Eigenschaften des Seins bzw. der Substanz, also Elemente von Materie und Form. Ähnlich wie die erste Materie von sich aus nicht existiert, so besitzt sie auch nicht eigene, aus ihr hervorgehende Seinseigenschaften, und wenn sie solche besitzt, dann nur dann, wenn sie ein Sein ist, also wenn sie mit der substantialen Form verbunden ist. Vielheit — Ausdehnung vervollkommen die Substanz unter materiellem Aspekt, aber die Tatsache der Existenz und dann die Vervollkommnung sind schon Akt und setzen den ersten Akt, die substantiale Form, zusammen, die schon etwas Reales ist, sofern sie sich unter einem aktuellen Dasein befindet. Ohne aktuelles Dasein hat sie nämlich überhaupt kein Sein.

Wenn wir sagen, die erste Materie sei von sich aus Potenzialität bzw. befinde sich in einer transzendentalen (notwendigen) Relation zur Form, so verstehen

wir in diesem Fall durch die transzendente Relation die Potenzialität der ersten Materie selbst. Die transzendente Relation ist hier Basis und Grundlage für die prädikamentale bzw. kategoriale (nicht notwendige) Existenz, dann nämlich, wenn wirklich die Verbindung von Materie und Form da ist. Die Materie unterlag aktuell der Form; in der kategorialen Relation (der aktuellen Abhängigkeit) steht sie im Verhältnis zur Form. Ähnlich hat auch die Form kategoriale Relation, falls sie sich in der Materie befindet. „In der Materie sein“ ist die neue Relation, die im Sein wegen der Verbindung von Form und Materie existiert. Wenn die Materie sich unter der aktuellen Form befindet, kann sie eine neue kategoriale Relation haben; denn dann ist sie schon aktuelles Sein.

Die „*Begehrlichkeit des Aktes*“ durch die Materie. Die zweite, ebenfalls grundlegende Eigenschaft der Materie, die unmittelbar aus ihrer Potenzialität hervorgeht oder auch ein anderer Aspekt derselben Potenzialität ist, ist die „*Begehrlichkeit des Aktes*“. Wenn es um diese „*Begehrlichkeit des Aktes*“ geht, der in der Materie enthalten ist, muß man auf zwei seiner Aspekte achten: a) Was ist sie in sich? b) Wie weit erstreckt sie sich?

Wenn es sich um das erste Problem handelt, nämlich darum, was die Begehrlichkeit des Aktes ist, so müssen wir zunächst feststellen, daß der Begriff „*Begehrlichkeit*“ selbst ein analogisch-metaphorischer Terminus ist. Grundsätzlich tritt die Begehrlichkeit bei denkenden oder wenigstens erkennenden Seinsheiten auf, bei denen wir die sich aus irgendeiner intentionalen, erkenntnismäßigen Form herauslösende Neigung „*Begehrlichkeit*“ nennen. Der Name Begehrlichkeit wurde jedoch auch auf jegliche Neigung oder auf Neigungen, die sich aus irgendwelchen Formen, also nicht nur aus objektiven, intentionalen, sondern auch subjektiven, angeborenen Formen, herauslösen, übertragen. In diesem Sinn nennen wir die Neigung, die die Folge der angeborenen Form ist, „*angeborene Liebe*“ zur Sache.

Was jedoch konstituiert die Begehrlichkeit? – Zweifelsohne das Streben auf ein noch nicht besessenes Ding. Mit dem Augenblick nämlich, wo man irgendein Ding, irgendeine Sache, besitzt, hört die Bewegung, die Unruhe auf, die auf die Sache als ein Gut hinstreben läßt. Mit dem Augenblick, wo man die Sache besitzt, beginnt der „*Gebrauch*“, und die Begehrlichkeit selbst oder das „*Streben zu*“ hört auf.

In der Scholastik, wo man die eigentliche, ursprüngliche Bedeutung der Begehrlichkeit kannte, nahm man an, die erste Materie besitzt eine angeborene Begehrlichkeit des Aktes, die sich dennoch nicht real von der ersten Materie unterscheidet. Diese angeborene „*Begehrlichkeit*“ bemerkte schon Aristoteles⁶³, und Thomas von Aquino formulierte das ausgezeichnet:

„*Nihil est aliud materiam appetere formam, quam eam ordinari ad formam. Ideo inest ei semper appetitus formae, non propter fastidium formae, quam habet, nec propter hoc, quod quaerat contraria esse simul, sed quia est in potentia ad alias formas, dum unam habet actu*“⁶⁴.

⁶³ Phys. A 9, 191 b 35–192 b 4.

⁶⁴ Phys. I lect. 2 n. 10.

Wenn die erste Materie eine angeborene „Begehrlichkeit“ des Aktes besitzt, und wenn sie dabei weiterhin ihre Natur bewahrt, also etwas rein Passives ist, so kann man die „Begehrlichkeit“ der ersten Materie im Sinne einer solchen Begehrlichkeit nehmen, wie sie im lebenden Ding oder auch in aktuell existierenden Seinsheiten auftritt. Die „Begehrlichkeit“ der ersten Materie ist kein Akt, nicht irgendeine aktuell aus ihrem Inneren hervorgehende Neigung, sondern eine Hinordnung, Einstellung auf das, was ihr von Natur aus zugehört, also auf den ihr proportionellen Akt – die Form. Eine solche Hinordnung der Materie mit ihrem ganzen Inhalt auf die Form nennen wir „Begehrlichkeit der Materie“.

Wenn wir von der Hinordnung der ersten Materie auf die ihr proportionelle Form sprechen, dann soll man natürlich nicht meinen, die erste Materie als solche, als reine Potenz, würde, getrennt von der Form oder irgendeinem Akt, selbständig existieren. Die erste Materie koexistiert immer, sie ist etwas Reales unter einer realen Form, die die Materie organisiert und ohne die es die Materie nicht gibt. Darum vollzieht sich die positive Hinordnung der ersten Materie auf die Form und vervollkommnet sich unter Akt und Form. Aber trotzdem vollzieht sich die Hinordnung der Materie auf die Form nicht aufgrund der Wirkung und Aktualisierung durch die Form, sondern sie ist Ausfluß dessen, was die Materie ist, also eine andere Konzeption der absoluten Potenzialität derselben Materie.

Wenn man also in der Philosophie feststellt, daß es eine Hinordnung der Materie auf die Form gibt und diese „Begehrlichkeit des Aktes“ heißt, so ist der Begriff „Begehrlichkeit“ selbst in rein passivem Sinn genommen und nicht im Sinn irgendeines Wirkens oder irgendeiner Quelle des Wirkens; denn die Quelle des Wirkens ist immer die Form.

Wie weit erstreckt sich der Bereich der Begehrlichkeit der ersten Materie?

Wenn man seine Aufmerksamkeit auf die Tatsache der äußeren Potenzialität der ersten Materie lenkt, auf ihre Evolution von den anorganischen Zuständen bis zu dem durch die menschliche Seele belebten Zustand, auf die durch den proportionalen Akt bedingte Evolution, so kann man feststellen, daß die erste Materie von sich aus alle Formen im gleichen Sinn begehrt, d. h. die erste Materie kann von sich aus alle Formen in sich aufnehmen.

Die Formen nämlich, die sich mit der Materie verbinden, kann man in drei Gruppen einteilen: a) die Formen, die sich in diesem Augenblick in der Materie befinden, b) diejenigen, die sich noch nicht in der Materie befinden, sondern erst befinden werden oder in ihr sein können, und c) diejenigen, die sich früher in der Materie befunden haben.

Wenn es um die erste Gruppe der Formen geht, dann beobachten wir verschiedene Seinsheiten, von denen jede eine verschiedene Ganzheit, ein Individuum, bildet; diese Tatsache zerstört jedoch nicht den Zusammenhang dieser verschiedenen Ganzheiten untereinander. In der riesigen Fülle konkreter Seinsheiten, die jetzt existieren, materiellen Seinsheiten, besitzt jede in sich die erste Materie. Diese befindet sich real unter der bestimmten Form. Die erste Materie befindet sich unter der bestimmten Form nicht in irgendeinem reinen Zustand,

sondern mit Dispositionen, die den Besitz gerade einer solchen und nicht anderen Form bedingen. Die erste Materie steht also, nimmt man sie proportionell, als Materie, die sich in den einzelnen Seinsheiten unter bestimmten Formen und bestimmten Dispositionen befindet, diesen Formen, die sie besitzt, nicht gleichgültig gegenüber. Sie besitzt sie in großem Ausmaß mit der Notwendigkeit solcher und nicht anderer Dispositionen. Es gibt also in dieser, proportional genommenen Materie keine Gleichgültigkeit gegenüber allen Formen. Abhängig von der Disposition, über die sie unter der bezeichneten Form verfügt, zeigt sie ein Streben und den Wunsch, diese und keine andere Form zu besitzen, wenn nur der proportionelle Akt folgt, der die gegebene Form einführt. Nach der Einführung der der Materie entsprechenden Form geht ihre Passivität, Potenzialität und ihr „passives“ Wünschen nach anderen Formen nicht verloren. Da die erste Materie nämlich reine Potenzialität ist, wird sie nie völlig von der im gegebenen Augenblick besessenen Form determiniert. Darum besitzt sie auch stets die Potenz, die gegebene Form zu verlieren und – damit – eine neue Form zu erwerben. Das alles vollzieht sich in Abhängigkeit von der Disposition, die die Materie, die sich unter irgendeiner aktuellen Form befindet, im gegebenen Augenblick besitzt.

Betrachten wir den zweiten Fall: die Formen, die die Materie in diesem Augenblick nicht besitzt, die sie aber besitzen wird oder besitzen kann. Im Verhältnis zu ihnen, im Verhältnis zu allen möglichen Formen, besitzt die erste Materie als solche, also abstrahiert von den aktuellen Dispositionen, mit denen zusammen sie sich unter einer bestimmten Form befindet, dieselbe passive Gleichgültigkeit. Sie kann also diese Formen im gleichen Maße besitzen; sie ist ja reine Potenz, die auf verschiedenartige Weise, abhängig von dem ihr proportionellen Akt, der sie realisiert, aktualisiert werden kann. Wenn man jedoch die erste Materie betrachtet, die sich jetzt real unter bestimmten Formen und mit bestimmten Dispositionen befindet, dann ist in ihr die völlige Gleichgültigkeit bei der Absorbierung der Formen schwerer festzustellen, da die Dispositionen sie in der entsprechenden Richtung leiten. Man kann sagen, bei den substantialen Veränderungen bestehen die neuen Formen, deren Dispositionen im vergangenen Seinszustand dagewesen sind. Die Dispositionen der Materie sind manchmal so deutlich determiniert, daß man bei gewissen Typen materieller Veränderungen sogar ohne Fehl die neuen Formen, die ihnen innewohnen, bezeichnen kann. Es ist bekannt, daß z. B. bei der Auflösung von Wasser als seine Ko-elemente Wasserstoff und Sauerstoff und nichts anderes zum Vorschein kommen, es sei denn, ein Teilfaktor besitzt irgendeine andere proportionelle Kraft, aufgrund welcher irgendeine andere Substanz entsteht. Der entscheidende Faktor bei der Entstehung neuer Formen ist also der Akt, der die erste Materie aus der Potenz in den Akt überführt. Von der Kraft des Aktes hängt die Entstehung der proportionellen Form ab, obwohl es im Schoß der Materie selbst entsprechende Dispositionen zu diesem und keinem anderen Zustand und zu dieser und keiner anderen Form gibt.

Wenn es um die Formen geht, die schon in der Materie als solcher waren, so gibt es in der Materie, losgelöst von den von ihr bereits konkret besessenen

Dispositionen, Gleichgültigkeit hinsichtlich ihrer Wiederentstehung und Erscheinung. In der Materie gibt es keinen inneren „Widerspruch“ hinsichtlich der einst besessenen und später verlorenen Formen. Wenn ein proportioneller Faktor, der Akt, entstände, könnte die Materie wieder die frühere Form annehmen. Die Erreichung und die Existenz irgendeiner Form hängt nicht nur von der passiven „Begehrlichkeit“ der Materie ab, sondern vor allem vom proportionellen Akt, denn die Materie kann, da sie reine Potenz ist, nichts selber wirken, nicht einmal existieren.

In der konkreten, unter einer bestimmten Form und mit verschiedenen Dispositionen existierenden Materie verbindet sich jedoch mit dem Verlust irgendeiner Form auch der Verlust der realen unmittelbaren Potenz, die durch die einfache Tätigkeit eines Faktors von gleicher Natur realisiert würde. Das nämlich, was war und schon aufgehört hat zu existieren, verliert das Recht auf Begehrlichkeit: *ad praeteritum non est potentia*. Die Potenz bezieht sich stets auf das, was erst existieren wird und nicht auf das, was schon früher existiert hat. Darum kehren unter normalen Voraussetzungen Formen, die schon einmal die erste Materie aktualisiert haben, nicht wieder zu ihr zurück. Zurückkehren können ähnliche Formen, die sich in derselben Kategorie befinden, aber nicht dieselben Formen; denn Identität hängt von individuellen Voraussetzungen ab, und gerade diese verändern sich. Wenn sich aber individuelle Voraussetzungen verändern, so kann nicht dieselbe Form entstehen. Es handelt sich hier natürlich um die Form, die mit der Materie koexistiert und nicht um Formen, die in der Materie selbständig da sind, wie z. B. — nach Thomas — die menschliche Seele, die ihre Individualität tatsächlich von individuellen materiellen Voraussetzungen erhält. Sobald sie aber in ihrem Besitz ist, bleibt sie weiter in ihr, und sie ist nicht in ihrer Existenz von der Materie abhängig. Wenn eine solche Form (die Seele des Menschen) in die Materie zurückkehren würde, dann deshalb, weil sie in sich selbst ihre Individualität besitzt, die sie zuvor von der Materie erhalten hat. Sie würde diese Individualität in die Materie zurückbringen, so daß dieselben individuellen Voraussetzungen entstehen würden, die sich aber nicht mehr aus dem System der Materie selbst ergeben, sondern aus der Wirkung der individualisierten Form, die sich die Materie auf diese Weise hinzunimmt, daß sie sie ihren individuellen Eigenschaften und Bedürfnissen „anpaßt“. Jede Materie, die mit der Seele des Menschen als Form verbunden wäre, würde sofort seine eigene Materie; denn sie erwürbe ja von der Seele die individuellen Eigenschaften, so daß der eventuelle Mensch sich vollkommen als der Mensch fühlen würde, der er früher, vor seinem Tode war. Die Seele des Menschen stellt den einzigen Fall der Möglichkeit dar, die individuelle Existenz nach dem Verlust wiederzuerlangen. Denn die Form des Menschen, die menschliche Seele, verliert nicht ihre Existenz, verliert auch nicht ihre Individualität, und diese kann sie jeder von ihr angenommenen Materie übertragen.

Im Zusammenhang mit der „Begehrlichkeit“ der Materie nach verschiedenartigen Formen entstand bei den scholastischen Philosophen eine eigenartige Erklärung, warum die Materie diese Formen „begehrt“. Diese Frage tauchte übrigens auch in der modernen Philosophie wieder auf, z. B. bei Freud, der

ebenfalls im natürlichen Streben der Materie zum anorganischen Zustand, der – seiner Meinung nach – der ursprüngliche Zustand der Materie ist, den Grund für den Tod, den Tod des Menschen bzw. der lebenden Seinsheiten sah. Die Scholastiker erhoben sich in ihrer Erklärung um soviel höher, als sie nicht annehmen, daß die Materie von sich aus mehr oder weniger eigene Zustände besitzt, wie zur Zeit gewisse philosophische Richtungen behaupten. Die Materie als reine Potenz besitzt keine Vorliebe für diese oder andere Seinsformen; darum ist für sie jeder Zustand, jede Form, etwas Natürliches. Wenn jedoch die Rede ist von der Begehrlichkeit der Materie nach verschiedenen Formen, so hat das seine Begründung darin, daß die Materie als reine Potenz in sich Formen auf unbeständige und zerstörbare Weise aufnimmt. Die Veränderlichkeit des Bestehens der Formen in der Materie, die Zerstörbarkeit, ist die nähere Begründung dafür, daß sie sich im Zustand des unaufhörlichen „Übergangs“ befindet. Daraus geht hervor, daß die Materie, selbst wenn sie durch die vollkommenste Form aktualisiert wäre, stets in sich die „Begehrlichkeit“ nach immer neuen Formen besäße, da sie immer sie selbst, also reine Potenz, ist. Deswegen wird sie immer auf zerstörbare Weise aktualisiert werden. Darum gehört zur Vollkommenheit der Materie im eigentlichen Sinn nicht, daß sie irgendeinen vollkommensten Entwicklungszustand, irgendeine vollkommenste Form erreicht. Ihre Vollkommenheit – wenn man sich so ausdrücken kann – bildet der Besitz aller Formen, nicht im Sinn ihrer gleichzeitigen Anwesenheit, sondern im Sinn ihres aufeinanderfolgenden Wechsels. Darum kann die erste Materie auch, selbst wenn sie die vollkommenste Form besitzt, diese verlieren und verliert sie auch häufig in der Wirklichkeit.

Bei dieser Gelegenheit ist es wert, wiederum unsere Aufmerksamkeit der Theorie des heiligen Thomas von Aquino zuzuwenden, nach welcher die Korpuskularität der Materie nicht ihr grundlegender und prinzipieller Zustand ist. Thomas verwirft die Auffassung des Avicbron, der die Korpuskularität für die grundlegende Form der Materie hielt. Er geht vom Begriff der Materie als reiner Potenzialität aus und schließt die Möglichkeit irgendeiner allgemeinen Form der Materie aus, selbst wenn dies die allgemeinste Form der Korpuskularität wäre. Vom Standpunkt der philosophischen Analyse gehört die Korpuskularität überhaupt nicht zum Materiebegriff. Es kann folglich eine nichtkorpuskulare Materie existieren und dennoch die wahre Materie sein⁶⁵.

⁶⁵ I q 66 a 2. „Avicbron posuit unam materiam omnium corporum, attendens ad unitatem formae corporalis. – Sed si forma corporeitatis esset una forma per se, cui supervenirent, aliae formae, quibus corpora distinguuntur, haberet necessitatem quod dicitur. Quia illa forma immutabiliter materiae inhaereret et quantum ad illam esset omne corpus incorruptibile; sed corruptio accideret per remotionem sequentium formarum, quae non est corruptio simpliciter, sed secundum quid, quia privationi substerneretur aliquod ens actu, puta ignem aut aerem aut aliquid huius modi.

Suppositio autem quod nulla forma quae sit in corpore corruptibili remaneat ut substrata generationi et corruptioni, sequitur de necessitate quod non sit eadem materia corporum corruptibilium et incorruptibilium. Materia enim secundum id quod est, est in potentia ad formam. Oportet ergo quod materia, secundum se considerata, sit in potentia ad formam omnium

Die Nichtentstehung und Unzerstörbarkeit der Materie

Weitere Eigenschaften der ersten Materie sind ihre Nichtentstehung und Unzerstörbarkeit. Um das Problem der Nichtentstehung und der Unzerstörbarkeit der Materie irgendwie heller aufzuzeigen, muß man zuerst gewisse Unterscheidungen machen, die in gleicher Weise den Begriff der Materie selbst und auch die Begriffe der Entstehung und Zerstörung betreffen und damit die Nichtentstehung und Unzerstörbarkeit.

Die erste Materie kann man erkenntnismäßig, losgelöst von ihren konkreten Voraussetzungen, Dispositionen, erfassen; man kann also die erste Materie als solche begreifen. Man kann sie auch zusammen mit ihren konkreten Dispositionen nehmen, mit denen sie sich zusammen real unter der konkreten Form befindet. Bei dem hier aufgezeigten Problem muß man die Materie unter dem ersten Gesichtspunkt betrachten, also losgelöst von den konkreten Dispositionen, die dem konkreten Dasein der Materie unter einer bestimmten Form entspringen.

Weiterhin kann man den Begriff des Nichtentstehens und der Unzerstörbarkeit zweifach auffassen. Unentstanden und unzerstörbar kann nur das sein, was ist, also reales Sein, positives Sein, das aufgrund seiner Eigenschaften ein Entstehen und eine Zerstörbarkeit ausschließt und nur ein unentstandenes und unzerstörbares Sein sein kann. Und das ist der vollkommenste Begriff des Nichtentstehens und der Unzerstörbarkeit. Man kann aber auch einen unvollkommenen Begriff der Unzerstörbarkeit und des Nichtentstehens haben. Das trifft dann zu, wenn etwas weder entsteht noch untergeht. So etwas gibt es nicht als individuelles Sein, als Sein, das die Möglichkeit hat zu entstehen und unterzugehen. Das ist also Nichtentstehen und Unzerstörbarkeit im negativen Sinn.

Mit einem solchen Nichtentstehen und einer solchen Unzerstörbarkeit haben wir es bei der ersten Materie zu tun, wenn man sie abstrahiert von ihren Dispositionen auffaßt. Die erste Materie als solche, losgelöst von der Form und den Dispositionen, die unter der Form sind, kann weder entstehen noch untergehen. Sie kann nicht entstehen; denn jedes Entstehen vollzieht sich in irgendeinem Subjekt, in der Materie. Gerade die erste Materie ist das erste Subjekt aller Veränderungen, also auch des Entstehens. Wenn sie also entstände, gäbe es einen Widerspruch, nämlich den, daß die Materie als potenzielles Subjekt irgendeine andere Materie zusammensetzen würde. Indessen ist sie selbst reine Potenzialität, und als reine Potenzialität schließt sie das Absurdum des Zuges ins Unendliche in den Subjekten des Entstehens aus.

Aus diesem Grund ist die erste Materie unzerstörbar. Zerstörbar ist nämlich nur das, was die Existenz verliert. Da die erste Materie von sich aus Potenz ist, besitzt sie keine Existenz und verliert sie auch nicht. Das, was die Existenz verliert, hat die Existenz besessen, ist also ein Sein. Die erste Materie ist kein Sein,

illorum materia communis. Per unam autem formam non fit in actu nisi quantum ad illam formam. Remanet ergo in potentia, quantum ad omnes alias formas.“

sondern nur ein Ko-element des Seins. Darum ist sie unzerstörbar und entsteht nicht.

Wenn wir bedenken, daß die erste Materie nur ein potentieller Teil, ein Element des Seins ist, wird klar, daß sowohl das, was existiert, als auch das, was wird und zerfällt, Sein ist. Da die Teilelemente des Seins nicht das Sein sind, werden sie nicht und zerfallen auch nicht. Wenn sie als *ens quo* existieren, dann werden sie zusammen und – in dem Sinne, wie sie existieren – zerfallen sie auch zusammen.

Nimmt man die anderswo begründete Theorie der Weltschöpfung an, so kann man feststellen, daß die erste Materie als Ko-element des realen Seins, das damals zu existieren begann, mitgeschaffen wurde. Da die „unter dem Akt“ existierende Materie – dadurch daß sie unter ihm existiert – dem Akt gegenüber proportionell ist, besitzt sie auch ihre eigenen Dispositionen. Die Materie mit den ihr eigenen Dispositionen stirbt im Augenblick des Zerfalls des Seins ab, aber die erste Materie als solche stirbt, wenn sie den vorigen Zustand ihrer Existenz verliert, nicht ab, da sie schon im nächsten Sein ist, das aus dem Zerfall des vorhergehenden entsteht. Darum geht die erste Materie vom Augenblick ihrer Entstehung an nicht unter (die erste Materie als solche), sondern geht in immer neue Formen über. Sie würde nur im Fall der vollkommenen Vernichtung des Seins, dessen Teilelement sie ist, untergehen.

Das, was eigentlich über die Zerstörbarkeit des Seins entscheidet, ist weder die Materie als solche (die Materie als solche ist unzerstörbar) noch die Form als solche (manche Formen als solche existieren nämlich individuell und unzerstörbar wie z. B. die Seele des Menschen), sondern die Art der Zusammensetzung der Materie mit der Form. Die Art der Zusammensetzung ist im Grund unstetig, und die Begründung ihrer Unstetigkeit ist die absolute Potenzialität der ersten Materie, die in Bezug auf die Form sehr absorptionsfähig und keiner von ihnen nahestehender oder verbundener ist. Aufgrund der Wirkung verschiedener natürlicher Faktoren unterliegen die Dispositionen des Seins ununterbrochenen Veränderungen. So bereiten sie den Platz für die neue Form vor, indem sie die vorherige Form beseitigen.

Die Einheit der Materie. Die letzte Eigenschaft der ersten Materie ist schließlich ihre Einheit. Die Einheit kann man jedoch auf zweierlei Weise auffassen.

Zunächst muß man die Einheit der Individuen als konkreter materieller Seinsheiten betrachten. Eine solche Einheit besitzt die erste Materie nicht. Es gibt nämlich viele Seinsheiten, die sich untereinander unterscheiden. Wenn sich also die Seinsheiten real untereinander unterscheiden, wenn ein materielles Sein nicht zugleich das zweite ist, wenn es keinen Seinsmonismus, sondern einen Seinspluralismus gibt, dann unterscheiden sich die Seinsheiten untereinander ganz; also unterscheiden sie sich auch in ihren Aufbauteilen, sowohl in der Materie als auch in der Form. In Anbetracht dessen ist die erste Materie in dem einem Sein verschieden von der ersten Materie im zweiten Sein, so wie die Seinsheiten untereinander verschieden sind.

Der zweite Typus der Einheit ist sie sog. Gattungseinheit. Der Begriff der Gattungseinheit der Materie ist analog, wie überhaupt der Begriff der Materie

selbst analog ist. Die Gattungseinheit hat nämlich ihre ontische Begründung in der substantialen Form; die erste Materie hat aber nicht irgendeine substantiale Form, besitzt also im strengen Sinn keine Gattungseinheit, die ja die Folge irgendeiner Form ist. Wenn wir über die Gattungseinheit sprechen, so haben wir die erste Materie als solche, abstrahiert von ihren konkreten Dispositionen, mit denen sie sich im realen Sein befindet, im Sinn. Wenn wir also die erste Materie von ihren Dispositionen abstrahieren, bekommen wir ihren eigentlichen Begriff. Wir erhalten die erste Materie als solche und fragen, ob sie eine bestimmte Einheit besitzt, ob die so begriffene erste Materie in allen materiellen Seinseinheiten eine ist.

Der so verstandenen ersten Materie kann eine positive oder negative Einheit zustehen. Die positive Einheit ist verbunden mit einer Form, die die ontische Begründung dieser Einheit ist. Es ist die Einheit des Inhalt, die Einheit, die sich mit dem Sein identifiziert. Die Richtungen, die – wie die Suarezianer – meinen, die erste Materie habe irgendeine Form (Avicebron glaubte, diese Form sei die Korpuskularität), geben zu, daß die so verstandene erste Materie eine positive Einheit besitzt.

Wenn man jedoch die Tatsache in Erwägung zieht, daß die erste Materie von sich aus nicht Sein ist, sondern reine Potenz, eine Potenz, die jeden Akt ausschließt, dann kann man ihr nur eine negativ begriffene Einheit zuerkennen. Das bedeutet, daß in der ersten Materie der Akt fehlt, der teilen würde, also ein Mangel an Teilung in bezug auf einen auf irgendeine Weise teilenden Akt besteht. Weil die absolut begriffene Materie auch absolut eine ist, weil sie reine Potenz ist, besitzt sie alle Formen. Da die erste Materie von sich aus keinen Akt, keine Form, besitzt, kann sie auch keinen Unterschied besitzen. Alle Unterscheidung, die sie besitzt, stammt aus ihrem Verhältnis zu der ihr proportionellen Form. Aber schon dieses Verhältnis enthält in sich eine ganze Reihe realer und konkreter Dispositionen. Dagegen ist die positive Einheit der ersten Materie eine Seinseinheit, eine Formaleinheit, die den Inhalt des besonderen Seins konstituiert und überhaupt der Grund der Existenz des Seins ist.

Die erste Materie als solche besitzt aber von sich aus diese positive Einheit nicht.

Alle Eigenschaften der ersten Materie lassen sich aus ihrer positiven „Definition“ als reine Potenz ableiten. Die erste Materie als reine Potenzialität existiert nicht individuell; darum ist sie auch nicht Objekt der experimentellen Erkenntnis, die nur das erforscht, was selbst existiert, also reale, konkrete, materielle Seinseinheiten. *Die erste Materie als reine Potenzialität deckt nur die Gedankenanalyse auf, die nach dem letzten Grund für die Evolution der Vielheit, der aktuellen, intellektuellen Unerkennbarkeit des materiellen Seins sucht.* Der Begriff der ersten Materie als reine Potenzialität erlaubt nicht nur die Erklärung vorwissenschaftlicher Tatsachen, sondern gewährt auch eine Hilfstheorie für die wissenschaftliche Erklärung in den strikten Wissenschaftsgebieten. Der Begriff der ersten Materie als reine Potenzialität, die in sich von allen Formen abstrahiert, schützt nämlich den menschlichen Verstand, die Materie mit irgendeinem ihrer konkreten Zustände, mit irgendwelcher konkreten Form, z. B. mit

der Form der Korpuskularität, zu verbinden. Schließlich ist der Begriff der ersten Materie als reiner Potenzialität die Grundlage für die Ableitung all ihrer Eigenschaften und auch vieler Eigenschaften des konkreten, materiellen Seins, also des Seins, das dadurch, daß es mit der Materie als reiner Potenzialität verbunden ist, in großem Maß „ein Schattensein“ ist: ein Sein, das keinen vollkommenen Inhalt und keine vollkommene Einheit besitzt, ein Sein, das nicht Objekt eines stetigen, unveränderlichen Daseins ist, ein Sein ohne Identität. Mit einem Wort, die Anwesenheit der ersten Materie in materiellen Seinsheiten erklärt, warum es in ihnen so viele Geheimnisse gibt.

Ein volleres Verständnis der ersten Materie ist durch die Analyse der substantialen Formen bedingt, auf die die Materie von Natur aus transzendental hingeordnet ist.