

Naturwissenschaftlicher Kurs.

Gehalten von Herrn Dr. Rudolf S t e i n e r in der Waldorfschule zu Stuttgart.

IX. Vortrag.

Den 2. Januar 1920. (b)

Meine lieben Freunde!

gedruckt

Es ist mir ja ausserordentlich leid, dass diese Auseinandersetzungen gar so sehr improvisiert sind und aphoristisch bleiben müssen, allein es geht eben nicht anders, als Ihnen in diesen Tagen eine Anzahl von Gesichtspunkten zu geben und dann, wenn ich in einiger Zeit wiederum hier sein werde, die Sache fortzusetzen, sodass Sie dann irgend etwas Abgerundetes mit der Zeit aus diesen Auseinandersetzungen werden bekommen können. Ich muss daher, um Ihnen die paar Gesichtspunkte, die ich Ihnen abschliessend morgen entwickeln werde und die wiederum möglich machen, dass wir einige Lichter hinwerfen auf die pädagogische Verwertung der naturwissenschaftlichen Erkenntnisse, ich muss heute Ihren Blick lenken auf die Entwicklung der elektrischen Erscheinungen, der Erscheinungen der Elektrizität, und ich werde anknüpfen an Dinge, die Ihnen eigentlich von der Schulbank her geläufig sind, weil wir eben von da ausgehend dann morgen das Gesamtgebiet der Physik überschauend charakterisieren wollen.

Nicht wahr, die elementaren Dinge der Elektrizität kennen Sie; Sie wissen, dass es das gibt, was man die Reibungselektrizität nennt, dass man zum Entfalten einer Kraft bringt eine Glasstange, indem man sie mit irgend einem Reibzeug, wie man es nennt, reibt, oder auch eine Harzstange, dass dadurch die Glasstange oder Harzstange - wie man sagt - elektrisch wird, d.h. kleine Körper, Papierschnitzelchen, anzieht. Sie wissen auch, dass die Beobachtung der Erscheinungen allmählich ergeben hat, dass in ihrer Entfaltung verschieden sind die beiden Kräfte, die ausgehen in einen Fall von der geriebenen Glasstange, im anderen Fall von der geriebenen Harzstange, oder der Siegellackstange, wenn die Stange veranlaßt worden sind, Papierschnitzelchen anzuziehen, so wird dasjenige, was von der Glasstange in einer bestimmten Weise - wie man sagt - elektrisch durchtränkt wird, in der entgegengesetzten Weise von der Harzstangen-Elektrizität elektrisch durch-

durchtränkt, und man unterscheidet daher, indem man sich mehr an das Qualitative anschliesst, Glaselektrizität und Harzelektrizität oder, indem man das bloss mehr allgemein ausdrückt, positive Elektrizität und negative Elektrizität - die Glaselektrizität würde die positive, die Harzelektrizität die negative sein.

Nun ist das eigentümliche, das positive Elektrizität negative Elektrizität immer in gewisser Weise herbeizieht. Sie können diese Erscheinung aus der sogenannten Leidenerflasche, also in jenem Gefässe, das aussen mit einem elektrischen Belag versehen ist, das hier dann isoliert ist, das dann im Innern mit einem anderen Belag versehen ist, der sich fortsetzt in eine Metallstange mit einem Metallknopf. Wenn man nun eine Metallstange elektrische gemacht hat und diese Elektrizität mitteilt - was man kann - den äusseren Belag, so wird der äussere Belag positiv elektrisch erzeugt die Erscheinungen der positiven Elektrizität; dadurch aber wird der innere Belag negativ elektrisch. Und wir können -- wie Sie wissen -- dann, indem wir verbinden den Belag, der mit positiver Elektrizität angefüllt ist, und den Belag, der mit negativer Elektrizität angefüllt ist, wir können es zu einer Verbindung der positiv-elektrischen und negativ-elektrischen Kraft bringen, wenn wir sie in eine solche Lage versetzen, dass die eine Elektrizität sich bis herher fortsetzen kann und sich gegenüber steht der anderen. Sie stehen sich mit einer gewissen Spannung gegenüber und fordern ihren Ausgleich. Es springt der Funke von dem einen auf das andere über. Wir sehen also, dass Elektrizitätskräfte, die sich gegenüber stehen, eine gewisse Spannung haben und zum Ausgleich streben. Der Versuch wird von Ihnen oftmals gemacht worden sein.

Sie sehen hier die Leidenersche Flasche. Aber wir brauchen noch eine Gabel. Ich will einmal hier laden. Es ist noch zu schwach. Ein bisschen stossen sich die Blättchen ab. Es würde also, wenn wir hier genügend laden würden, die positive Elektrizität die negative hervorgerufen und wir würden, wenn wir beide einander gegenüber stehen hätten, durch eine Entladungsgabel den Funken zum Ueberspringen bringen. Sie wissen

aber auch, dass diese Art elektrisch zu werden, eben mit dem Ausdruck Reibungselektrizität bezeichnet wird, weil man es zu tun hat, eben mit der durch Reibung hervorgegangenen, irgend wie gearteten Kraft - so möchte ich vorläufig sagen.

Nun würde - wie ich Ihnen auch nur zu wiederholen brauche - eigentlich erst um die Wende des 18. und 19. Jahrhunderts zu dieser Reibungselektrizität hinzugefunden, entdeckt, dasjenige, was man Berührungselektrizität nennt. Und damit wurde für die moderne ~~EM~~ Physik ein Gebiet eröffnet das sich gerade ausserordentlich fruchtbar erwiesen hat für die materialistische Ausgestaltung der Physik. Ich brauche Sie auch da nur an das Prinzip zu erinnern. Galvani beobachtete einen Froschschenkel, der in Verbindung war mit Metallplatten und der in Zuckungen geriet und hatte damit eigentlich - man möchte sagen etwas ausserordentlich Bedeutsames gefunden - zwei Dinge zugleich gefunden, die nur von einander abgetrennt werden mussten und die heute noch nicht ganz sachgemäss von einander abgetrennt sind zum Unheil der naturwissenschaftlichen Betrachtungen. Galvani hat dasjenige gefunden, was wenig später Volta eben als die ~~elektromagnetische~~ eigentlich Berührungselektrizität bezeichnen konnte. Er hatte die Tatsache gefunden, dass, wenn zwei verschiedene Metalle sich berühren, so dass ihre Berührung vermittelt wird durch entsprechende Flüssigkeiten, so entsteht eine Wechselwirkung, die in Form einer elektrischen Strömung von dem einen Metall zu dem andern sich äussern kann. Damit haben wir die elektrische Strömung, die vorläufig rein auf dem Gebiete des unorganischen Lebens scheinbar, wie haben aber, indem wir hinblicken auf dasjenige, was Galvani eigentlich blosslegte, auch noch das, was man gewissermassen als physiologische Elektrizität bezeichnen kann, einen Kraftspannungszustand, der eigentlich immer besteht zwischen Muskel und Nerv und der geweckt werden kann, wenn elektrische Ströme durch Muskel und Nerv hindurchgeführt werden. Sodass in der Tat dasjenige, was Galvani damals gesehen hat, zweierlei enthielt, dasjenige, das man einfach auf unorganischem Gebiet nachbilden kann, indem man Metalle

durch Vermittlung von Flüssigkeiten zur Ausbildung der elektrischen Ströme bringt. Dann auch hat er beobachtet diejenige, was in jedem Organismus ist, bei gewissen elektrischen Fischen und anderen Tieren besonders hervortritt als Spannungszustand zwischen Muskel und Nerv, der sich auf den küsseren Anblick ähnlich ausnimmt in seinem Ausgleich wie strömende Elektrizität und ihre Wirkungen. Damit war aber alles dasjenige gefunden, was dann zu gewaltigen wissenschaftlichen Erkenntnisfortschritten auf materialistischem Gebiete einerseits geführt hat, was auf der anderen Seite so gewaltige, epochemachende Grundlagen für die Technik ergeben hat.

Nun handelt es sich darum, dass ja das 19. Jahrhundert hauptsächlich angefüllt war von der Anschauung, man müsse etwas herausfinden, was als ein abstrakt Einheitliches allen Naturkräften - wie man sie nennt - zu Grunde liegt. In dieser Richtung hatte man ja auch dasjenige, wovon ich Ihnen schon gesprochen habe, ausgedeutet, was in den vierziger Jahren des vorigen Jahrhunderts Julius Robert Mayer, der bekannte geniale Heilbronner Arzt, zu Tage gefördert hat. Wir haben vorgeführt was von ihm zu Tage gefördert worden ist; wir haben mechanische Kraft entwickelt, indem wir ein Schneungrad in Drehung gebracht haben, das Wasser in innere mechanische Tätigkeit versetzt haben, dadurch aber ist das Wasser wärmer geworden, die Erwärmung konnten wir nachweisen, und man kann sagen, dass diese Entwicklung der Wärme eine Wirkung ist der mechanischen Leistung, der mechanischen Art, die da war. Diese Dinge hat man so ausgedeutet, dass man sie auf die verschiedensten Naturerscheinungen angewendet hat, was man ja auch in gewissen Grenzen leicht konnte. Man konnte die Entfaltung von chemischen Kräften bewirken, konnte sehen, wie auch aus der Entfaltung von chemischen Kräften Wärme sich bildet, man konnte umgekehrt Wärme gebrauchen, wie es ja in der Dampfmaschine geschieht, im umfassendsten Sinne, um mechanische Arbeit hervorzurufen. Man hat den Blick insbesondere gerichtet auf diese sogenannte Umwandlung der Naturkräfte und man war dazu veranlasst durch dasjenige, was man immer ~~WIK~~ weiter ausgebildet hat, was bei Julius

Robert Mayer seinen Anfang genommen hat, dass man zahlenmäßig berechnen kann, wieviel Wärme notwendig ist, um eine bestimmte, messbare Arbeit hervorzubringen, und umgekehrt, wieviel mechanische Arbeit notwendig ist, um ein bestimmtes messbares Wärmequantum hervorzubringen. Man stellte sich vor, obwohl zunächst nicht Veranlassung dazu vorhanden ist, dass sich einfach verwandte Arbeit, die man verrichtet hat, indem man die Schaufelscheiben im Wasser in Drehung versetzt hat, dass sich diese mechanische Arbeit in Wärme umgewandelt habe. Man nehme an, dass sich, wenn wir Wärme anwenden in der Dampfmaschine, diese Wärme umwandelt in dasjenige, was dann als mechanische Leistung auftritt. Diese Richtung des Denkens nahm das physikalische Nachsinnen des 19. Jahrhunderts an und daher bestrebt, Verwandtschaft zu finden zwischen den verschiedenen sogenannten Naturkräften, Verwandtschaften, die zeigen sollten, dass wirklich etwas abstrakt Gleiches in all diesen verschiedenen Naturkräften eigentlich steckt.

Eine gewisse Krönung hat dieses Bestreben gefunden, als am Ende des 19. Jahrhunderts oder gegen das Ende des 19. Jahrhunderts mit einer gewissen Genialität der Physiker Hertz die sogenannten elektrischen Wellen gefunden hat - also auch hier Wellen! -, welche eine gewisse Berechtigung geben, dasjenige, was als Elektrizität sich ausbreitet, in Verwandtschaft zu denken mit demjenigen, was als Licht sich ausbreitet, das man ja auch als eine wellenförmige Bewegung des Aethers sich dachte. Dass dasjenige, was man als Elektrizität anzusprechen hatte, namentlich in der Form der strömenden Elektrizität, nicht so einfach mit dem primitiven mechanischen Grundbegriffen zu erfassen ist, sondern eigentlich notwendig macht, ein wenig schon den Ausblick der Physik auf das Qualitative zu erweitern, das hätte schon zeigen können, das Vorhanden sein dessen, was man Induktioneströme nennt, wo dadurch, dass - ich will das hier nur roh andeuten - ein elektrischer Strom im Draht sich bewegt, ein in der Nähe befindlicher Strom entsteht einfach dadurch, dass der eine Draht in der Nachbarschaft des andern ist. Es geschehen also Wirkungen der

Elektrizität durch den Raum durch - so könnte man etwa sagen- .

Nun war es Hertz gelungen, auf das ganz Interessante zu kommen, das in der Tat die Ausbreitungen der elektrischen Agenzien etwas Verwandtes hat mit allem, was sich wellenförmig ausbreitet oder so gedacht werden kann. So hatte Hertz gefunden, dass, wenn man etwa einen elektrischen Funken erzeugt auf dieselbe Weise, wie er hier erzeugt wird, wenn man hier also den elektrischen Funken erzeugt hat, d.h. die Spannung zur Entwicklung bringt, so würde man können das folgende erreichen: Nehmen Sie an, wir hätten hier diesen überspringenden Funken. Wir würden immer die Möglichkeit haben, an einem entsprechenden Ort, irgendwo anders, zwei solche - man könnte sie kleine Induktoren nennen - einander gegenüber zusetzen - sie müssen nur einem bestimmten Orte sich gegenüber gestellt werden - und es würde in einer entsprechenden Entfernung entstehen können ein Überspringen auch hier, was ja keine andere Erscheinung wäre, als eine solche, die ähnlich ist derjenigen, wo meinsthalben hier eine Lichtquelle ist, hier ein Spiegel ist, der Lichtzylinder reflektiert wird, durch einen anderen Spiegel hier gesammelt wird und hier das Bild dann erscheint. Man kann sprechen von einer Ausbreitung des Lichtes und von einer Wirkung, die in der Entfernung sich vollzieht. So konnte auch Hertz sprechen von einer Ausbreitung der Elektrizität, deren Wirkung in entsprechender Entfernung wahrnehmbar ist, und hatte damit nach seiner und anderer Auffassung das zu Stande gebracht, was ein Beweis wäre dafür, dass wirklich durch die Elektrizität sich etwas verbreitet, was einer wellenförmigen Bewegung entspricht, so, wie man sich überhaupt wellenförmige Bewegungen in ihrer Ausbreitung denkt. Wie also das Licht durch den Raum sich verbreitet und zur Wirkung gelangt in Entfernungen, wenn es auf andere Körper auftrifft, und gewissermassen das entfaltet werden kann, so können auch die elektrischen Wellen sich ausbreiten und in der Entfernung wieder entfalten. Das liegt denn zu Grunde der sogenannten drahtlosen Telegraphie, wie Sie wissen, und man hat es also mit einer gewissen Erfüllung der Lieblingsidee der Physiker des 19. Jahrhunderts zu tun,

daß man, wenn man beim Schall sich vorstellt als Wellenzüge und beim Licht sich vorstellt als Wellenzüge, was man begonnen hat, , weil die Wärmeerscheinungen ähnliche Erscheinungen aufweisen, bei der sich verbreitenden Wärme als Wellenbewegung sich vorzustellen, das konnte man auch bei der Elektrizität, bei der man sich nur recht lange Wellen vorzustellen hat. Das konnte man sich auch bei der Elektrizität vorstellen. Es ~~war~~ war gewissermassen damit etwas geliefert, was, wie unwiderleglich bewies, daß die Denkweise der Physik im 19. Jahrhundert vollkommen begründet ist.

Und dennoch, es ist mit den Hertz'schen Versuchen etwas gegeben, was darauf hinweist, daß mit ihm eigentlich ein Abschluss des Alten sich vollzogen hat. Sehen Sie, alles dasjenige, was sich in gewissen Gebieten vollzieht, das kann ja doch nur eigentlich innerhalb dieser gewissen Gebiete auch entsprechend beurteilt werden. Wenn wir jetzt Revolutionen erlebt haben, so erscheinen uns diese als gewaltige Erschütterungen des sozialen Lebens, weil wir eben auf ihre Gebiete besonders hinschauen, derjenige, der auf das hinschaut, was mit den neunziger Jahren des vorigen Jahrhunderts geschehen ist auf dem Gebiete der Physik, der muss sagen, dass sich da eigentlich eine Revolution vollzogen hat, die in ihrem Gebiete viel stärker ist als auf ihrem die äussere Revolution. Denn man braucht nicht mehr und nicht weniger zu sagen, als dass man auf physikalischem Gebiete in einer vollständigen Auflösung der alten physikalischen Begriffe im Grunde genommen drinnensteckt und dass sich die Physiker nur noch ~~wehren~~ wehren, diese Auflösung wirklich zuzugeben. Während dasjenige, was Hertz zu Tage gefördert hat, durchaus die Abendröte des Alten noch ist, weil es eigentlich dazu geführt hat, die alte Wellentheorie zu erhärten, ist dasjenige, was später gekommen ist, was auch schon zu Hertzens Zeit vorhanden war, gewissermassen schon vorbereitend da war, das ist von revolutionierender Bedeutung für die Physik geworden und das besteht darinnen, dass man den elektrischen Strom, der erzeugt und weitergeleitet werden kann, nun leitet durch Röhren, in denen die Luft ausgepumpt ist bis zu einem gewissen Grade, sodass man also den elektrischen Strom leitet durch eine Luft, die ^{ausserordentlich} ~~ausserordentlich~~ ^{stark verdünnt} ~~stark verdünnt~~ ist.

Sie sehen hier den Spannungszustand einfach dadurch hervorgerufen, dass an die Enden, an denen sich die Elektrizität entladen kann, so weit auseinandergeschoben sind, wie hier die Röhrenlänge ist, sodass dasjenige, was man eine Spitzen nennen kann, durch die sich die positive Elektrizität entlädt, der positive Pol auf der einen Seite ist, und der negative Pol auf der anderen Seite ist, zwischen diesen beiden Spitzen entlädt sich die Elektrizität und die farbige Linie, die Sie hier sehen ist der Weg, den die Elektrizität nimmt. Sodass man sagen kann: Dasjenige, was sonst durch die Drähte geht, das nimmt, indem es sich durch die verdünnte Luft fortpflanzt, diese Form an, die Sie hier sehen, das ist also bei stärker verdünnter Luft noch stärker! Sie sehen schon hier, dass gewissermassen eine Art Bewegung stattfindet von der einen und anderen Seite her, wie sich die Erscheinung wesentlich modifiziert. So haben wir also die Möglichkeit, dasjenige, was durch den Draht als Elektrizität strömt, auf einen Teil seines Weges gewissermassen so zu behandeln, dass es zeigt in Wechselwirkung mit anderem etwas von seiner inneren Wesenheit. Es zeigt sich, wie es ist, indem es sich nicht durch den Draht verbergen kann. Beobachten Sie das grüne Licht an dem Glas! Das ist fluoreszierendes Licht.

Es tut mir leid, dass ich die Sachen nicht genauer besprechen kann; aber ich würde nicht erreichen, was ich erreichen möchte, wenn ich nicht so skizzenhaft spräche.

Sie sehen was da durchgeht, in einem sehr zerstoßenen Zustand, in der stark verdünnten Luft der Röhre. Nun, die Erscheinungen, die sich so in luft- oder gasverdünnten Röhren zeigen, die brauchen nur studiert zu werden - die mannigfachsten Persönlichkeiten haben sich an diesem Studium beteiligt, unter anderem hat sich daran beteiligt Crookes - und es handelt sich darum, zu verfolgen, wie sich die Erscheinungen in der Röhre eigentlich verhalten und dass man versucht, mit den Erscheinungen, die sich in der Röhre ergeben, Versuche zu machen. Nun, gewisse Versuche, die z.B. auch Crookes gemacht hat, die bezeugten, dass dasjenige, was da,

- ich möchte sagen - als innerer Charakter der Elektrizität sich zeigt, wo wir sie blossgelegt haben, das weist daraufhin, dass man es nicht zu tun haben kann mit irgend etwas, was sich so fortpflanzt, wie man sich vorstellen wollte, dass sich das Licht durch Wellenbewegungen des Aethers fortpflanzt; denn dasjenige, was da hinüberschießt durch die Röhre, das hat merkwürdige Eigenschaften, Eigenschaften, die stark erinnern an die Eigenschaften desjenigen, was einfach Materielles ist. Wenn Sie einen Magneten haben, oder einen Elektro-Magneten - ich muss da appellieren an dasjenige, was Sie schon wissen, es kann heute nicht alles besprochen werden - so können Sie Materielles anziehen durch den Magneten. Dieselbe Eigenschaft, angezogen zu werden durch den Magneten, die hat auch dieser Lichtkörper, der da durchgeht, diese modifizierte Elektrizität. Sie verhält sich ganz so zu einem Magneten, wie sich Materie zum Magneten verhält. Das magnetische Feld modifiziert dasjenige, was da durchschießt.

Solche und ähnliche Versuche haben Crookes und andere Personen dazu geführt, sich vorzustellen, dass da drinnen nicht das ist, was man im alten Sinne eine fortschreitende Wellenbewegung nennen kann, sondern dass darinnen materielle Teilchen sind, die durch den Raum schießen, und die als materielle Teilchen angezogen werden von der magnetischen Kraft. Crookes nannte daher dasjenige, was da hinüberschießt, was da wenigstens irgendwie in Betracht kommen muss, strahlende Materie und er stellte sich vor, dass durch die Verdünnung nach und nach die Materie die da drinnen ist in der Röhre, in einen solchen Zustand gekommen ist, dass sie nicht nur ein Gas ist, sondern etwas ist, was schon über den Gesamtzustand hinausgeht, was eben strahlende Materie ist, Materie deren einzelne Teile durch den Raum strahlen, die also gewissermaßen feinzerteilter Staub ist, dessen Körnchen durch die elektrische Ladung selbst die Eigenschaft haben, durch den Raum zu schießen. Diese Teilchen selbst, die würden nun angezogen von der elektro-magnetischen Kraft. Dass sie angezogen würden, das beweist eben, dass wir es zu tun haben mit den

den letzten Resten von wirklichen Materiellen, nicht bloß mit einer Bewegung nach der Art der im alten Sinn gedachten Aetherbewegung. Diese Versuche konnte man mit besonderem Nutzen machen mit demjenigen was ausstrahlt, was sich als Ausstrahlendes ergab von dem negativ elektrischen Pol, von der sogenannten Kathode, und man studierte da diese Ausstrahlungen von der Kathode und nannte sie Kathodenstrahlen. Damit also war und ich möchte sagen - die erste Bresche in die alte physikalische Auffassung geschlagen. Man hatte in den Hitorff'schen Röhren - Hitorff war der erste der, dann kam Geissler, solche Röhren konstruiert hat - einen Vorgang, der bewies, dass man es eigentlich mit einem durch den Raum gehenden Materiellen, durch den Raum schiessenden Materiellen, wenn auch in sehr fein verteiltem Zustande, zu tun hat. Was in dem steckt, was man die Materie nennt, war je damit nicht ausgemacht, aber es war jedenfalls auf etwas hingedeutet, was man mit dem Materiellen identifizieren musste.

Crookes war es also klar, dass er es da mit durch den Raum hindurchstrebendem Materiellen zu tun hatte. Diese Anschauung erschütterte die alte Wellenlehre. Auf der anderen Seite aber kamen dann wiederum andere Versuche, welche nun die Crookes'sche Anschauung nicht rechtfertigten. So gelang es Lenard 1893, diese sogenannten Strahlen, die von diesem Pol ausgehen, von ihrem Weg abzubringen - man kann sie ja abbringen - und er konnte sie nach Aussen leiten, er konnte eine Aluminiumwand einschalten und durch sie die Strahlen leiten. Da entstand zunächst die Frage: Kann das so einfach sein, dass materielle Teilchen da es ohne weiteres durch eine materielle Wand durchgehen? Man musste die Frage wieder aufwerfen: Sind das also materielle Teilchen, die da durch den Raum stieben? Ist es doch nicht etwas anderes, was durch den Raum stiebt?

Nun, sehen Sie, das führte allmählich dazu, einzusehen, dass man weder mit dem alten Schwingungsbegriff, noch mit dem alten Materiebegriff auf diesem Gebiete weiterkommt. Man war gewissermaßen in der Lage, durch die Hitorff'schen Röhren der Elektrizität auf ihren Schleichwegen nachzugehen man hatte hoffen können, Wellenzüge zu finden, man konnte sie nicht finden.

Man hatte sich nun damit getrübet: also ist es durch den Raum schiessende Materie. Auch das ging hierum nicht recht und so sagte man sich zum Schlusse, was nun tatsächlich durch die verschiedensten Versuche, von denen ich nur einzelne charakteristische Ihnen hier anführen könnte. Man sagte sich: Es sind nicht Schwingungen vorhanden, es ist auch nicht eine solche zerstäubte Materie vorhanden, sondern es ist bewegte strömende Elektrizität vorhanden. Die Elektrizität selbst strömt; aber sie zeigt, indem sie strömt, gewisse Eigenschaften durch die sie sich verhält zu andern - sagen wir - zum Magneten wie Materie. Natürlich, wenn sie eine Kugel durch den Raum schiessen lassen und Sie lassen sie am Magneten vorbeigehen, so wird sie von ihrem Wege abgelenkt. So macht es auch die Elektrizität. Das spricht dafür, dass sie etwas Materielles ist. Aber da sie ohne weiteres durch eine Aluminiumplatte durchgeht wiederum, erwäist sie sich doch wiederum nicht als Materie, Materie macht ja z.B. ein Loch, wenn sie durch andere Materie durchgeht. Also sagt man: Strömende Elektrizität.

Diese strömende Elektrizität, sie zeigte nun die allermerkwürdigsten Dinge und ich möchte sagen: An der Richtung, die sich ergab, für die Betrachtung, konnte man die merkwürdigsten Entdeckungen machen. So konnte man nach und nach verfolgen, wie ebenso Ströme ausgehen von dem anderen Pol, die sich begegnen mit den Kathodenstrahlen. Man nennt das Ende die Anode und bekam die Strahlen, die Kanalstrahlen genannt wurden. Sodass man in einer solchen Röhre zwei sich begegnende Strahlen zu haben glaubte.

Etwas besonders Interessantes ergab sich in den neunziger Jahren des vorigen Jahrhunderts, als Röntgen die Kathodenstrahlen leitete, auffing - könnte man sagen - auf eine Art Schirm, den er in den Weg der Kathodenstrahlen stellte. Als Röntgen auffing diese Strahlen durch den Schirm, der aus der Materie besteht wie aus gewissen chemischen theoretischen Untergründen heraus Bariumplatincyankür genannt wird, also wenn man die Kathodenstrahlen auffangen lässt und durch einen Schirm

von Bariumplatincyankür, so bekommt man eine Modifikation durch diese Strahlen. Die Strahlen gehen modifiziert weiter und man bekommt Strahlen, die auf gewisse Körper elektrisierend wirken, die sich auch zeigen in Wechselwirkung mit gewissen magnetischen und elektrischen Kräften; man bekommt dasjenige, was man gewohnt worden ist, die Röntgenstrahlen oder X-Strahlen zu nennen. Daran haben sich wieder andere Entdeckungen geschlossen. Sie wissen, dass diese Röntgenstrahlen die Eigenschaft haben, dass sie durch die Körper gehen können, ohne dass sie wahrnehmbare Störungen hervorrufen, dass sie durch das Fleisch, durch die Knochen gehen in verschiedener Art, sodass sie grosse Bedeutung gewonnen haben für die Physiologie und Anatomie.

Nun trat eine Erscheinung auf die nötig macht, sich weitere Gedanken zu machen; es trat die Erscheinung auf, dass, wenn diese Kathodenstrahlen oder ihre Modifikationen Glaskörper oder andere Körper treffen, eine gewisse Art von Fluoreszenz hervorgerufen wird, d.h. dass diese Materien leuchtend werden dadurch. Da sagte man sich, da müssen diese Strahlen wiederum weiter modifiziert worden sein. Man hat es da also mit einer ganzen Menge von Strahlenarten zu tun. Die Strahlen, ~~XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX~~ die da direkt kamen von dem negativen Pol, die erwiesen sich als modifizierbar durch allerlei anderes. Man hat versucht nun, Körper zu finden, von denen man geglaubt hat, dass sie diese Modifikation sehr stark hervor/~~rufen~~rufen können, dass sie also sehr stark diese hingeworfenen Strahlen in etwas anderes verwandeln, z.B. in Fluoreszenzstrahlen. Und auf diese Weise ist man darauf gekommen, dass man Körper haben kann wie z.B. Uransalze, die gar nicht nötig haben, erst bestrahlt zu werden, unter allen Umständen, sondern die unter gewissen Verhältnissen selbst diese Strahlen wiederum aussenden, die also die innere Eigenschaft haben, solche Strahlen auszusenden. Und unter diesen Körpern war^{en} ja insbesondere die Körper, die man die radiumhaltigen nennt. Da haben gewisse Körper höchst merkwürdige Eigenschaften. Sie strahlen - sagen wir - zunächst gewisse Kraftlinien aus, die in merkwürdiger Weise behandelt werden können.

Wenn wir solch eine Ausstrahlung haben von einem radiumhaltigen Körper hier in einem Bleitroglein drinnen und wir haben hier die Ausstrahlung, so können wir untersuchen diese Ausstrahlung mit dem Magneten, dann finden wir, dass sich etwas absondert von dieser Ausstrahlung, die wir durch den Magneten stark hier herüber leiten können, das dann diese Form annimmt. Etwas anderes bleibt starr und pflanzt sich in dieser Richtung fort, etwas anderes wird in entgegengesetztem Sinne abgelenkt, d.h. es steckt hier ein Dreifaches darinnen. Zuletzt hatte man schon gar nicht mehr genug Namen, um das zu bezeichnen. Deshalb nannte man dasjenige, was rechts abgelenkt werden kann ^{Betha} B-Strahlen, die in gerade Linie folgenden ^(Gamma) γ -Strahlen und die nach entgegengesetzter Richtung abgelenkt werden, nannte man die ^(Alpha) A-Strahlen. Wenn man gewisse Rechnungen anstellt, dann kann man dadurch, dass man einen Magneten demjenigen, was da strahlt, seitlich herankommen lässt, dadurch kann man die Ablenkung studieren und damit die Geschwindigkeit. Und da stellte sich das Interessante heraus, dass die B-Strahlen etwa sich bewegen mit Neunzehntel-Lichtgeschwindigkeit, die ^(Alpha) α -Strahlen mit etwa Einzehntel ~~1/10~~ Geschwindigkeit. Wir haben also da gewissermassen Kraft-Explosionen, die wir getrennt haben, analysiert haben, und die uns zeigen, wie sie auffallende Verschiedenheiten in der Geschwindigkeit haben.

Ich erinnere Sie an dieser Stelle, dass wir rein geistig im Beginne dieser Betrachtungen die Formel zu erfassen versuchten: $v = \frac{s}{t}$ und haben gesagt, dass das Reale im Raum die Geschwindigkeit ist, dass auf die Geschwindigkeit das ankommt, was einen berechtigt, hier von Wirklichem zu sprechen. Hier sehen, wie dasjenige, was da - ich möchte sagen - herausexplodiert, nicht hauptsächlich dadurch charakterisiert dass man es zu tun hat mit verschieden stark aufeinanderwirkenden Geschwindigkeiten. Denken Sie sich nur einmal was das bedeutet, dass in demselben Kraftzylinder, der hier herausstrahlt, etwas drinnen ist, was sich 9 mal so schnell bewegen will als das andere, dass also eine schliessende Kraft die zurückbleiben will, gegen die andere, die 9 mal so schnell gehen will,

sich geltend macht. Nun bitte ich, ein wenig auf dasjenige zu sehen, wovon nur Antroposophen das Recht haben, es heute noch nicht als Verrücktheit anzusehen. Ich bitte sich daran zu erinnern, wie oft und oft wir sprechen mussten, dass in den größten und überschaubaren Aktionen der Welt Geschwindigkeitsunterschiede das Wesentliche sind. Wodurch spielen denn in unserer Gegenwart wichtigste Erscheinungen herein? Dadurch, dass mit verschiedener Geschwindigkeit die normalen, die luziferischen, ahrimanischen Wirkungen ineinander spielen. Dass Geschwindigkeitsdifferenzen in den geistigen Strömungen, denen das Weltgefüge unterworfen ist, vorhanden sind. Der Weg, der sich der Physik eröffnet hat in der letzten Zeit, zwingt sie, auf Geschwindigkeitsdifferenzen in einem ganz ~~es~~ ähnlichen Sinn, vorläufig ganz unbewusst einzugehen, wie sie die Geisteswissenschaft geltend machen muss für die umfassendsten Agenzien der Welt.

Es ist damit aber noch nicht erschöpft alles dasjenige, was da aus diesem Radiumkörper herausstrahlt, sondern es strahlt noch etwas anderes heraus, was wiederum in seinen Wirkungen nachgewiesen werden kann und was sich in diesen Wirkungen zeigt als etwas, das ausstrahlt wie eine Ausstrahlung der Radiummaterie, was sich aber nach und nach nicht mehr als Radium zeigt, sondern z.B. als Helium, was ein ganz anderer Körper ist. Dieses Radium sendet also nicht nur dasjenige, was da in ihm ist als Agenzien, aus, sondern dieses Radium gibt sich selber hin und wird dabei etwas anderes. Mit der Konstanz der Materie hat das nicht mehr viel zu tun, sondern mit einer Metamorphose der Materie.

Nun habe ich Ihnen heute Erscheinungen vorgeführt, welche alle verlaufen in einem Gebiet, das man nennen könnte das elektrische Gebiet. Diese Erscheinungen, sie haben alle ein Gemeinsames, nämlich das Gemeinsame, dass sie sich zu uns selber ganz anders verhalten wie z.B. die Schallwellen -, die Licht- und selbst die Wärmeerscheinungen. In Licht- Schall- und Wärme schwimmen wir gewissermassen so darinnen, wie wir das in den vorhergehenden Betrachtungen beschrieben haben. Das können wir von den elektrischen Erscheinungen nicht so ohne weiteres sagen; denn

Denn Elektrizität nehmen wir nicht als so etwas Spezifisches wahr wie das Licht. Wir nehmen selbst dann, wenn die Elektrizität gezwungen wird, sich uns zu enthüllen, sie durch eine Lichterscheinung wahr. Das hat ja längst dazu geführt, dass man immer sagt: Elektrizität hat keinen Sinn im Menschen. Das Licht hat im Menschen das Auge als Sinn, der Schall das Ohr, für die Wärme ist eine Art Wärmesinn konstruiert: für die Elektrizität ist etwas Ähnliches - so sagt man - nicht vorhanden. Man nimmt sie mittelbar wahr. Aber über diese Charakteristik des mittelbaren Wahrnehmens kann man eben nicht hinausgehen, wenn man nicht vorrückt zu einer solchen naturwissenschaftlichen Betrachtung, wie wir sie hier wenigstens inauguriert haben. Wenn wir uns dem Lichte exponieren, so tun wir es so, dass wir in dem Lichtelemente drinnen schwimmen und wir selber an ihm teilnehmen, wenigstens teilweise, mit unserem Bewusstsein teilnehmen; ebenso bei der Wärme, ebenso beim Schall, beim Ton. Das können wir nicht sagen bei der Elektrizität.

Aber nun bitte ich Sie, sich zu erinnern, wie ich Ihnen immer vorgeführt habe, wie wir Menschen eigentlich sind - wir Menschen sind ja, grob gesprochen, Doppelwesen, eigentlich in Wirklichkeit dreigliedrige Wesen: Denkwesen, Fühlwesen, Willenswesen - und ich konnte Ihnen immer zeigen, dass wir eigentlich nur in unserem Denken wachen, dass wir in unserem Fühlen träumen, in unseren Willensvorgängen, auch wenn wir wachend sind, schlafen. Die Willensvorgänge erleben wir nicht unmittelbar, wir verschlafen dasjenige, was im Wesentlichen Wille ist, und in diesen Betrachtungen habe ich Sie darauf hingewiesen, wie, wenn wir in den physikalischen Formen, wo wir das m - Masse hinschreiben, wie wir, da wir da hinausgehen von dem blossen Zählbaren, von der Bewegung und von der Zeit, vom Raum zu etwas übergehen, was nicht bloss Phoronomisch ist, so müssen wir uns klar sein, dass dem entspricht ein Uebergehen unseres Bewusstseins in einem Schlafzustand. Wenn Sie unbefangen betrachten diese Gliederung der menschlichen Wesenheit, so können Sie sich sagen: Das Erleben von Licht- Schall. Wärme fällt bis zu einem gewissen Grade, bis

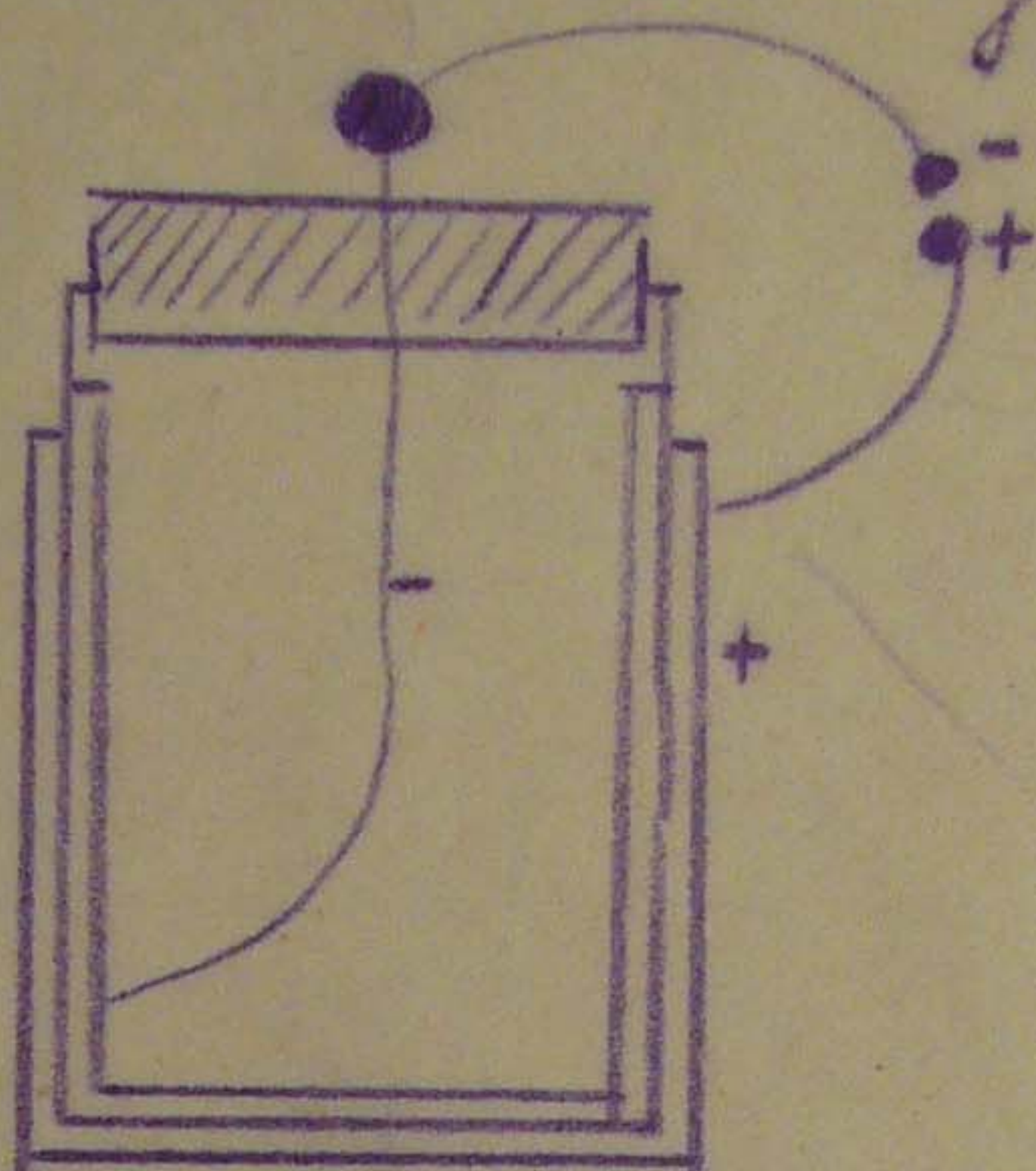
bis zu einem gewissen hohen Grade in das Feld, das wir mit unserem Sinnesvorstellungsleben ~~umfassen~~ umfassen, besonders stark in die Lichterscheinungen. Sodass das sich zeigt einfach dadurch, dass wir unbefangen den Menschen studieren, sodass das alles sich zeigt als verwandt mit unseren bewussten Seelenkräften. Indem wir zum eigentlich Materiellen, zum Materiellen fortschreiten, nähern wir uns demjenigen, was verwandt ist mit den Seelenkräften, die sich in uns entwickeln, wenn wir schlafen.

Genau denselben Weg machen wir, m.l.Fr. wenn wir aus dem Gebiet des Lichtes, des Schalles, der Wärme hinuntersteigen in das Gebiet der elektrischen Erscheinungen. Wir erleben unsere Willenserscheinungen nicht direkt, sondern dasjenige, was wir von ihnen vorstellen können. Wir erleben die elektrischen Erscheinungen der Natur nicht direkt, sondern dasjenige, was sie heraufliefern in das Gebiet des Lichtes, des Schalles, der Wärme u.s.w. Wir betreten nämlich für die Aussenwelt - ich möchte sagen - denselben Orkus, indem wir schlafen, den wir betreten in uns selbst wenn wir aus unserem vorstellenden, bewussten Leben hinuntersteigen in unser Willensleben. Während verwandt ist alles dasjenige, was Licht, Schall, Wärme ist, mit unserem bewussten Leben, ist innig verwandt alles dasjenige, was auf dem Gebiet der Elektrizität und des Magnetismus sich abspielt mit unserem bewussten Willensleben. Und das Auftreten der physiologischen Elektrizität bei gewissen niedern Tieren, das ist nur ein Sympton für eine sonst nicht bemerkbare, aber allgemeine Erscheinung: Ueberall, wo Wille durch den Stoffwechsel wirkt, wirkt ein den äusseren elektrischen und magnetischen Erscheinungen Aehnliches. Und man steigt eigentlich, indem man auf den komplizierten Wegen, die wir heute nur roh skizzieren konnten, indem man hinuntersteigt auf diesen Wegen in das Gebiet der elektrischen Erscheinungen, steigt man in dasselbe Gebiet hinunter, in das man hinuntersteigen muss, wenn man überhaupt nur zur Masse kommt. Was tut man, wenn man Elektrizität und Magnetismus studiert? Man studiert die Materie konkret. Steigen Sie zur Materie hinunter,

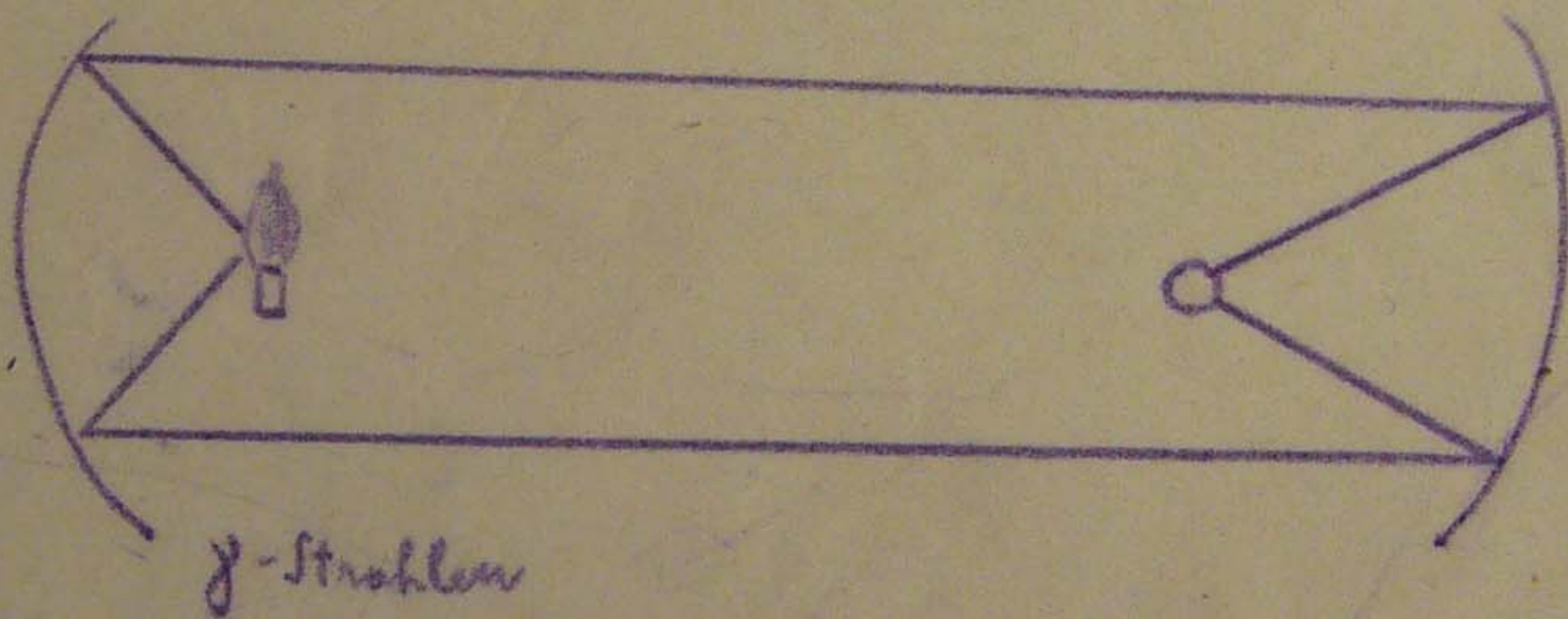
indem Sie Elektrizität und Magnetismus studieren! Und es ist wahr, recht wahr, was ein englischer Philosoph gesagt hat: Früher hat man in verschiedenster Weise geglaubt, dass der Elektrizität Materie zu Grunde liegt, jetzt muss man annehmen, dass dasjenige, was man als Materie glaubt, eigentlich nichts anderes ist, als flüssige Elektrizität. Früher hat man die Materie atomisiert, jetzt dankt man: Die Elektronen, die bewegen sich durch den Raum und haben ähnliche Eigenschaften wie früher die Materie. Man hat den ersten Schritt gemacht - nur gibt man ihn noch nicht zu - zur Ueberwindung der Materie und den ersten Schritt dazu, anzuerkennen, dass man hinuntersteigt im Reich der Natur, indem man von dem Licht- Schall Wärmeerscheinungen zu den elektrischen Erscheinungen, dass man hinuntersteigt zu demjenigen, was sich zu diesen Erscheinungen verhält wie unser Wille zu unserem Vorstellungsleben. Das möchte ich Ihnen auf die Seele legen als ein Fazit der heutigen Betrachtung. Ich will Ihnen ja hauptsächlich das sagen, was Sie in den Büchern nicht vorfinden. Was davon doch vorgeführt wird, möchte ich nur sagen als etwas, was das andere begründet.

Skizzen zum IX. Vortrag.

S. 61



S. 6)



γ -Strahlen

S. 12 u. 13)

