

IV. V o r t r a g ,
gehalten am 26. Dezember 1919.

Als Manuskript ge-
druckt! Vom Autor
nicht durchgesehen.

2

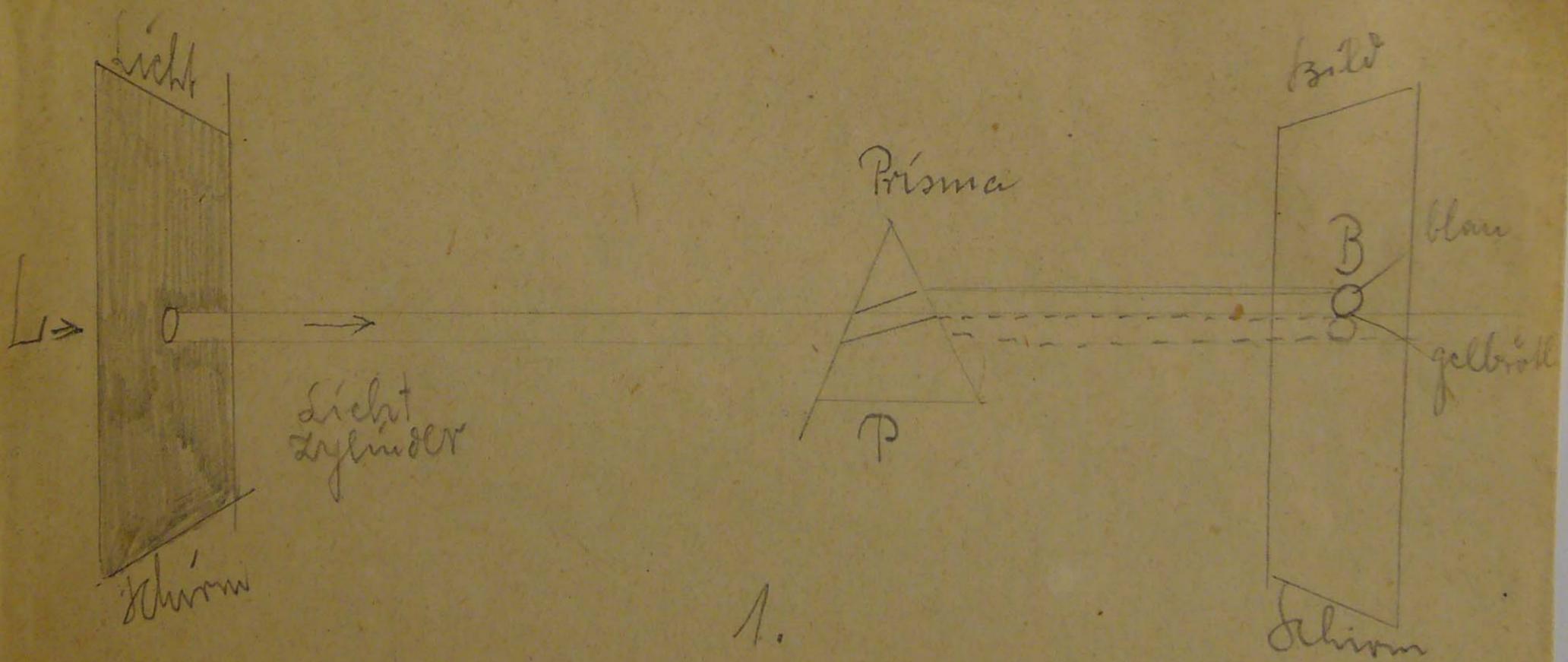
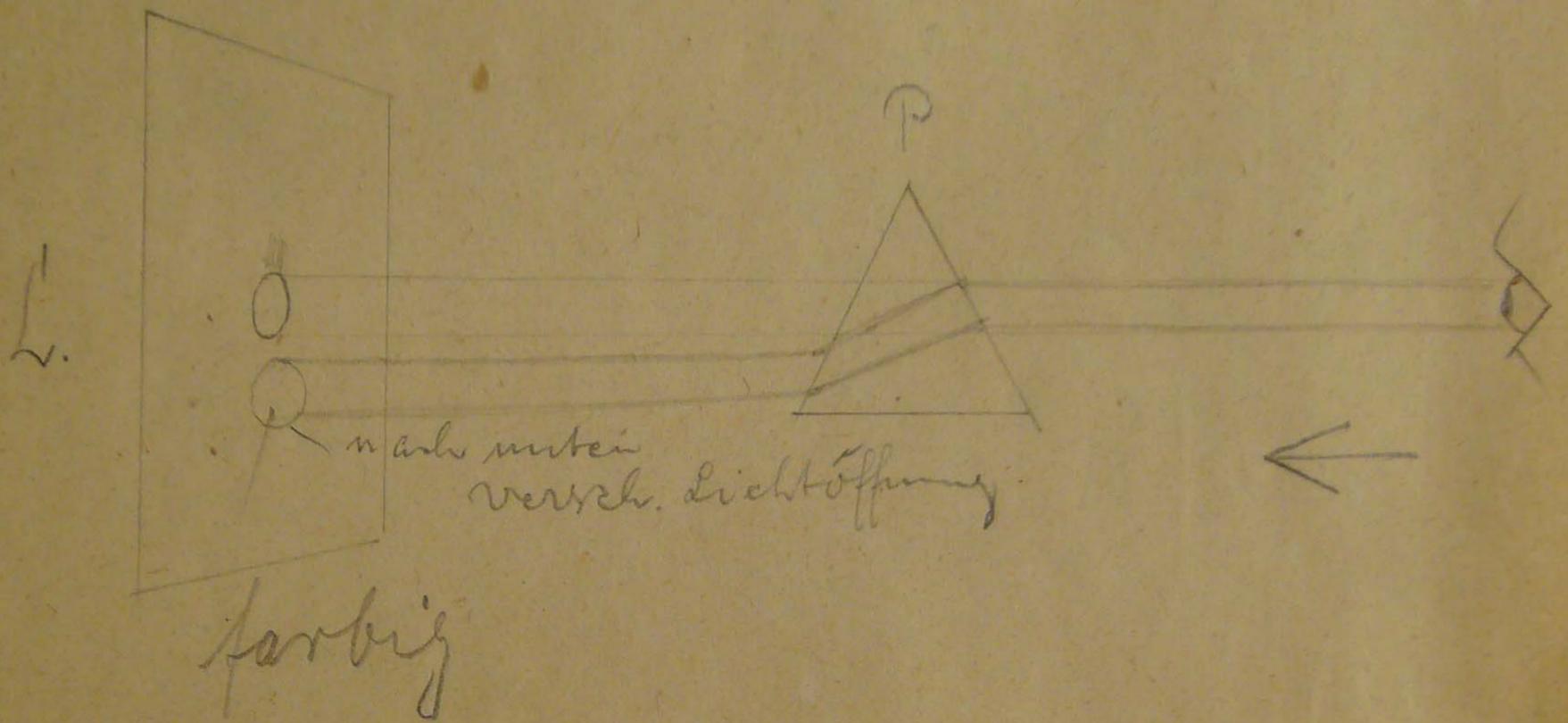
M. 1. Fr.! Wir sind leider mit dem Zusammenstellen des Experimentier-
materials noch nicht weit genug gediehen, daher werden wir manche Dinge,
die wir uns deutlich machen sollten, erst morgen machen, und ich werde
müssen den Vortrag mehr so einrichten, dass ich einiges, was uns nützlich
sein wird, in den nächsten Tagen noch zur Darstellung bringe, gewisser-
massen mit einer kleinen Änderung meiner Absichten.

Ich möchte zunächst einfach vor Sie hinstellen dasjenige, was man
nennen könnte das Urphänomen der Farbenlehre. Es wird sich darum handeln,
dass Sie nach und nach dieses Urphänomen bewahrheitet, bekräftigt finden
in den Anschauungen, die Sie im ganzen Umfange der sogenannten Optik der
Farbenlehre beobachten können. Natürlich komplizieren sich die Erschei-
nungen und das einfache Phänomen tritt nicht überall gleich so bequem in die
äussere Offenbarung, aber wenn man sich Mühe gibt, findet man es überall.
Dieses einfache Phänomen zunächst in Goethe'scher Art ausgesprochen ist das:
Sieht man ein Helles durch Dunkelheit, dann wird das Helle durch die Dun-
kelheit in dem Sinne der hellen Farbenerscheinungen in dem Sinne gelblich
oder rötlich, mit anderen Worten: Sehe ich z. B. irgend ein Leuchtendes,
sogenanntes weißlich scheinendes Licht durch eine genügend dicke Platte, die
irgend wie getrübt ist, so erscheint mir dasjenige, was ich sonst, indem
ich es direkt erschäue, weißlich sehe, das erscheint mir gelblich, gelblich-
rötlich. Helle durch Dunkelheit erscheint gelb oder gelblich-rötlich. Das
ist der eine Pol: Hell durch Dunkel erscheint gelb oder gelb-rötlich.
Umgekehrt wenn Sie hier - ich will sagen - einfach eine schwarze Fläche
haben, Sie schauen sie direkt an, dann sehen Sie eben die schwarze Fläche,
nehmen Sie aber an, ich habe hier einen Wassertrog, durch diesen Wassertrog
jage ich die Helligkeit durch, sodass er aufgehellt ist. Also ich habe hier

eine erhellte Flüssigkeit. Dann sehe ich das Dunkle dunkel, durch, hell, durch Erhelltes. Da erscheint Blau oder Violett, d.h. blau-rot, d.h. der andere Pol der Farbe. Das ist das Urphänomen: Hell durch Dunkel gelb, Dunkel durch Hell blau! -

Sehen Sie, jedes einfache Phänomen kann eben überall gesehen werden, wenn man sich nur gewöhnt, real zu denken, nicht abstrakt zu denken, wie eben die heutige Wissenschaft denkt. Nun erinnern Sie sich von diesem Gesichtspunkte aus an den Versuch, den wir schon gemacht haben, wo wir haben einen Lichtcylinder durchgehen lassen durch ein Prisma und haben bekommen, indem der Lichtcylinder durch das Prisma hindurchging, eine wirkliche Farbenskala, die wir aufgefangen haben, vom Violett bis zum Rot. Dieses Phänomen, ich habe es Ihnen ja schon aufgezeichnet. Wir konnten sagen: Wenn wir hier das Prisma haben, wir haben hier den Lichtcylinder, dann geht das Licht in irgend einer Weise durch das Prisma hindurch, wird nach oben abgelenkt. Und wir haben gesagt: Hier findet nicht nur eine Ablenkung statt, - eine Ablenkung würde stattfinden, wenn ein Gegenstand, ein durchsichtiger Gegenstand dem Licht in den Weg gestellt würde.

Aber es wird das Prisma, das zusammenhängende Flächen hat, dem Licht in den Weg gestellt. Dadurch bekommen wir im Durchgang durch das Prisma eine Verdunkelung des Lichtes. Wir haben es also in dem Augenblick, wo wir das Licht durch das Prisma hindurchjagen, ~~es~~ zu tun mit zweierlei, erstens mit dem einfachen, fortströmenden hellen Licht, dann aber mit dem dem Licht in den Weg gestellten Trüben; aber dieses Trübe, das sich dem Licht in den Weg stellt, das haben wir gesagt, stellt sich so dem Licht in den Weg, dass während das Licht in der Hauptsache nach oben abgelenkt wird, wird dasjenige, was als Trübung entsteht, indem es nach oben strahlt, mit seinen Strahlen in der Richtung der Ablenkung sein, d.h. es strahlt die Dunkelheit in das abgelenkte Licht hinein; Dunkelheit lebt gewissermassen im abgelenkten Licht. Dadurch entsteht hier das bläuliche, violette. (Seite 3 im Origin-



nal). Aber die Dunkelheit strahlt auch nach unten; da strahlt sie während der Lichtcylinder so abgelenkt wird, nach unten und sie wirkt entgegengesetzt dem abgelenkten Licht, kommt gegen dieses nicht auf, und wir können sagen: Da übertönt das helle abgelenkte Licht die Dunkelheit und wir bekommen die gelblichen und gelblich-rötlichen Farben. Nehmen wir einen genügend dünnen Lichtcylinder, so können wir, wenn wir in der Richtung des Lichtcylinders schauen, - mit unserem Auge können wir ja durch das Prisma hindurchsehen - statt dass wir von aussen auf einem Schirm anschauen das Bild, das entworfen wird, wir können unser Auge an die Stelle des Bildes stellen, dann sehen wir, wenn wir durch das Prisma hindurchsehen, dasjenige, was hier ein Ausschnitt ist, durch den uns der Cylinder entsteht, das sehen wir verschoben. Wir haben also hier wiederum, wenn wir innerhalb der Fakten stehen bleiben, das Phänomen vor uns: Wenn ich hier hinschaue, so sehe ich dasjenige, was mir sonst direkt zukommen würde, sehe ich durch das Prisma nach unten verschoben. Aber ich sehe es ausserdem farbig; Sie sehen es überall farbig. Was sehen Sie eigentlich hier? Wenn Sie sich hier vergegenwärtigen, was Sie hier sehen und rein aussprechen, was Sie sehen im Zusammenhang mit demjenigen, was wir eben festgestellt haben, dann ergibt sich Ihnen dasjenige, was Sie wirklich sehen, auch für die Einzelheit unmittelbar. Sie müssen sich nur an das Gegebene halten. Nicht wahr, wenn Sie so hinüberschauen auf den Lichtcylinder - weil er Ihnen entgegenkommt der Lichtcylinder, - also ein Helles sehen Sie, ~~aber~~ besonders sehen Sie das Helle, (nicht wahr, ein deutlicher Beweis, dass Sie hier oben ein Abgedunkeltes sehen, und dass die blaue Farbe entsteht). Also Sie sehen durch das Abgedunkelte, durch die blaue Farbe ein Helles, durch ein Dunkles ein Helles, also müssen Sie hier gelb oder rötlich sehen, also gelb und rot. Und unten ist die Art Farbe eben so ein Beweis, dass Sie ein Aufgehelltes haben - ich habe Ihnen gesagt, das Helle übertönt die Dunkelheit; also sehen Sie, indem Sie hinschauen, wie hell auch

sein mag der Lichtcylinder, Sie sehen ihn noch durch ein Aufgehelltes, also der ist dunkel gegenüber dem Aufgehellten. Sie haben also ein Dunkleres durch ein Erhelltes und Sie müssen es unten blau sehen oder blau-rot. Sie brauchen bloß das Phänomen anzusprechen, dann haben Sie auch dasjenige, was Sie sehen können. Das was sich dem Auge darbietet, ist was Sie sonst sehen; das ist das Blau, durch das Sie hindurchschauen; also es erscheint das Helle rötlich. Am unteren Rande haben Sie die Erhellheit. Wie hell auch der Lichtcylinder sein mag, Sie sehen ihn nur durch ein Erhelltes und Sie sehen es rot. Darauf kommt es an, es kommt auf das Polarische an. Das erstere kann man, wenn man gelehrt sein will, auch die objektiven Farben nennen, das am Schirm; das andere, was man sieht, wenn man durch das Prisma schaut, kann man nennen das subjektive Spektrum. Das subjektive Spektrum erscheint in Umkehrung des objektiven Spektrums. Wenn wir so sprechen, dann haben wir ganz gelehrt gesprochen.

Nun über diese Erscheinung, m. l. Fr., ist ja sehr viel nämlich im Laufe der neueren Zeit gegrübelt worden. Nicht nur dass man hat so wie wir es jetzt versucht haben, die Erscheinungen einzusehen und sie reinlich auszusprechen, sondern man hat über die Dinge gegrübelt, und das ärgste Grübeln ist ja schon angegangen, als der berühmte Newton über das Licht nachgedacht hat, weil ihm zuerst dieses Farbenspektrum sich dargeboten hat. Newton hat sich allerdings die sogenannte Erklärung - eine solche ist es immer nur - verhältnismäßig leicht gemacht. Er hat gesagt: Nun wenn wir eben da das Prisma haben, so lassen wir Licht hinein. Da drinnen sind die Farben schon enthalten, das Prisma lockt sie hervor und dann marschieren sie der Reihe nach auf. Ich habe einfach das weiße Licht zerlegt. Nun hat sich Newton vorgestellt: Jeder Farbenart entspricht ein bestimmter Stoff, sodass also in dem gesamten Stofflichen sieben Farben enthalten sind. Gewissermassen ist für ihn dieses Durchlassen des Lichtes eine

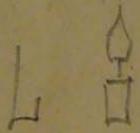
Art chemischer Zerlegung des Lichtes in sieben einzelne Stoffe. Er hat sich sogar Vorstellungen gemacht, welche Stoffe größere Korpuskeln, Kügelchen aussenden und welche Stoffe kleinere. Nun also liegt in diesem Sinne die Sache so, dass die Sonne uns Licht sendet, wir lassen es durch einen kreisförmigen Spalt, da fällt es auf durch einen Cylinder. Aber dieses Licht besteht aus lauter kleinen Korpuskeln, Körperchen, die hier aufstoßen, dann werden sie von ihrer Richtung abgelenkt und dann bombardieren sie den Schirm und da fallen diese kleinen Kanonenkügelchen auf. Die kleinen fliegen nach oben, die großen nach unten; die kleinen sind die violetten, die großen die roten, nicht wahr. Und es sondern sich die großen von den kleinen. Diese Anschauung, dass da ein Stoff oder verschiedene Stoffe durch die Welt fliegen, die wurde sehr bald erschüttert von anderen Physikern, Haghens und Young und anderen, und es ist endlich dazu gekommen, dass man sich gesagt hat, so geht es doch nicht, dass da diese kleinen Kügelchen von irgend wo ausgehen und einfach durch das Medium getrennt werden, und entweder auf einem Schirm ankommen, ein Bild zeigen, oder ins Auge gelangen, um bei uns die Erscheinung des Rot usw. hervorzurufen.

Damit geht es doch nicht. Und ich möchte sagen: Zuletzt wurden die Menschen dazu getrieben, sich zu beweisen, dass es so nicht gehe; durch einen Versuch, der ja allerdings schon sehr verbreitet war, sogar bei dem Jesuiten Grimaldi, auch durch andere. Es wurde diese Anschauung wesentlich erschüttert durch dasjenige, was durch Fresnel als der Versuch angestellt worden ist. Diese Fresnel'schen Versuche sind ausserordentlich interessant. Aber man muß sich einmal klar werden, was da eigentlich geschehen ist in der Anordnung, die Fresnel seinen Versuchen gegeben hat. Aber ich bitte Sie jetzt wirklich auf die Tatsachen sehr acht zu geben; denn es handelt sich darum, dass wir wirklich ganz genau ein Phänomen studieren. Sehen Sie, nehmen Sie an, ich hätte zwei Spiegel und habe hier eine Lichtquelle, das heißt mit einer Flamme leuchte ich von da aus, sodass ich, wenn ich hier

Spiegel

Schön

1.
/



einen Schirm aufstelle, Bilder bekomme durch diesen Spiegel und Bilder bekomme von einem anderen Spiegel. (Zeichnung Fig. 4). Nehmen Sie also an - ich werde das zeichnen im Durchschnitt - zwei sehr wenig zueinander geneigte Spiegel, Hier habe ich die Lichtquelle, ich will sie 1 nennen, einen Spiegel, so spiegelt sich mir das Licht, indem es hier auffällt, sodass ich in der Lage sein kann, hier durch das reflektierte Licht den Schirm zu beleuchten. Wenn ich das Licht hier auffallen lasse, so kann ich durch den Spiegel den Schirm hier beleuchten, sodass er hier in der Mitte heller ist, als in der Umgebung. Nun habe ich aber hier einen zweiten Spiegel, durch den wird das Licht etwas anders reflektiert und es wird gewissermassen noch ein Teil desjenigen, was von hier unten, von einem Lichtkegel, nach dem ^{Spiegel} ~~Licht~~ hindirigiert wird, das fällt noch hinein in das obere, sodass durch die Neigung gewissermassen, was der obere Spiegel spiegelt, als Helligkeit auf den Schirm geworfen wird; was vom unteren ^h Spiegel gespiegelt wird, wird auch als Helligkeit daraufgeworfen. Man kann sehen, dass es für diesen Schirm so ist, wie wenn er von zwei Orten aus erhellt würde. Nehmen Sie nun an, es habe einen Physiker gegeben, der das sieht. Dieser Physiker, der das sieht, dachte Newtonisch; das wird er sich sagen: Das ist die Lichtquelle, die bombardiert zuerst den ersten Spiegel, oder schmeißt ihre Kügelchen hierher. Diese prallen ab, kommen auf den Schirm und erhellen ihn. Aber auch von dem unteren Spiegel prallen die Kügelchen ab. Da kommen viele Kügelchen an. Es muß viel heller sein, wenn die ~~zwei~~ Spiegel da sind, als wenn nur der eine Spiegel da ist. Richte ich die Sache so ein, dass ich den zweiten Spiegel wegmache, so müßte durch das hergeworfene Licht ^{den Schirm} ~~er~~ weniger erhellt sein, als wenn ich die zwei Spiegel habe. Allerdings, ein Gedanke, sehen Sie, könnte diesem Physiker kommen, der richtig fatal wäre, denn diese Korpuskeln, diese Körperschen, die müssen diesen Weg machen, da kommen die anderen herunter, Warum just diejenigen, die da herunter kommen, gar nicht auf diese stoßen, und ^d Sie

können in unseren Physikbüchern sehr schöne Erzählungen über die Wellentheorie finden; aber während die Dinge sehr schön berechnet werden, muß man immer den Gedanken haben, dass man niemals berechnet, wenn so eine Welle durch die andere durchsaust: Das geht immer so ganz unbemerkt ab. Wollen wir einmal in Wirklichkeit auffassen, was hier eben eigentlich geschieht!

Sie sehen gewiß das Licht fällt hier herunter, wird hier herübergeworfen, fällt auch auf den zweiten Spiegel, wird hier herübergeworfen - das ist immer der Weg des Lichtes - was geschieht nun aber eigentlich? Nun nehmen wir an, wir hätten hier so einen Lichtgang, der trifft auf; das ist ein Phänomen, das nicht zu leugnen ist. Wir haben hier den Lichtgang; aber da kommt der andere, der trifft da auf. Die beiden stören sich gegenseitig. Der will da durchsausen, der andere stellt sich in den Weg. Die Folge davon ist: Wenn er da durchsausen will, dass er das von da kommende Licht zunächst auslöscht; er löscht es aus. Indem er durchsaust, löscht er das Licht aus. Dadurch bekommen wir hier überhaupt keine Helligkeit, sondern es spiegelt sich hier in Wahrheit die Dunkelheit herüber; sodass wir also hier Dunkelheit kriegen. Nun ist aber die ganze Geschichte nicht in Ruhe, sondern das ist fortwährend in Bewegung. Dieses, was hier gestört worden ist, geht nicht weiter. Da ist also gleichsam ein Loch im Licht entstanden. Nicht wahr, es ist ja doch das Licht durchgesaust, es ist ein Loch entstanden, dieses erscheint dunkel. Aber dadurch wird der nächste Lichtkörper umso leichter durchgehen und Sie werden neben der Dunkelheit einen ebenso hellen Fleck haben. Das nächste wiederum, was geschieht, ist das, dass indem das hier weiterschreitet, wiederum ein solcher kleiner Lichtcylinder von oben aufstößt auf die Helligkeit sie wiederum auslöscht, wiederum Dunkelheit hervorruft.. Dadurch, dass diese weiterschreitet, kann das Licht wiederum leichter durch. Wir haben es zu tun mit einem solchen fortschreitenden Gitter, wo das Licht, das von oben kommt, immer durch kann, und indem es auslöscht, wiederum Dunkelheit bringt, die immer fortschrei-

tet. Wir müssen also Helligkeit und Dunkelheit abwechselnd bekommen dadurch, dass das obere Licht durch das untere hindurchgeht und so das Gitter macht. Das ist, was ich Sie gebeten habe, genau zu denken; denn Sie müssen verfolgen wie das Gitter entsteht. Sie haben Helligkeit und Dunkelheit dadurch abwechselnd, dass das Licht ins Licht hineinsaust. Wenn Licht in Licht hineinsaust, so wird das Licht eben aufgehoben, was das Licht in Dunkelheit verwandelt. Die Entstehung eines solchen Lichtgitters müssen wir also dadurch erklären, dass wir die Anordnung getroffen haben, durch diese Spiegel. Sie werden das Phänomen immer so bekommen, wenn Sie hier eine Lichtquelle haben, deren Lichtgeschwindigkeit gar nicht in Betracht kommt. Im Hinblick auf die Geschwindigkeit des Lichtes - überhaupt dasjenige, was an etwas, an Verschiedenheit der Lichtgeschwindigkeiten hier auftritt -, hat eine große Bedeutung. Was ich zeigen möchte, ist hier dasjenige, was innerhalb des Lichtes selbst auftritt mit Hilfe des Apparates, ist hier, dass sich das Lichtgitter spiegelt: Helldunkel und Dunkelhell. Aber jener Physiker, das war Fresnel selbst, der sagte sich: Wenn das Licht die Ausströmung von Körperchen ist, dass wenn mehr Körperchen hingeschleudert werden, dann muß es heller werden, sonst müßte das eine Körperchen das andere aufzehren. Also nach der bloßen Ausströmungstheorie kann nicht erklärt werden, dass Helligkeit und Dunkelheit miteinander abwechseln. Wie es zu erklären ist, haben wir eben gesehen. Aber nun sehen Sie, das Phänomen so zu nehmen, wie es eigentlich sein muß, das fiel nun wiederum gerade den Physikern nicht ein, sondern im Zusammenhang mit anderen Erscheinungen versuchten sie eine Erklärung im Sinne des Materialismus. Mit den bombardierenden Kugeln ging's nicht mehr. Deshalb sagte man: Nehmen wir an, das Licht ist nicht ein Hineinströmen von feinen Stoffen, sondern nur eine Bewegung in einem feinen Stoffe, in dem Äther; Bewegung im Äther. Und zuerst stellte man sich vor-z. B. tat das Euler - das Licht pflanzt sich in diesem Äther so fort wie der Schall in der Luft. Und wenn ich

einen Schall errege, so pflanzt sich der ja durch die Luft fort, aber so, dass zunächst, wenn hier der Schall erregt wird, die Luft in der Umgebung zusammengedrückt wird. Sie dehnt sich aus, dadurch aber ruft sie sparsam gerade in der Nähe eine verdünnte Luftschicht hervor. Durch solche Verdichtungen und Verdünnungen, die man Wellen nannte, stellte man sich vor, dass der Schall sich ausbreite. Und so nahm man an, dass solche Wellen auch im Äther erregt werden. Aber mit gewissen Erscheinungen stimmte die Sache nicht und so sagte man sich: Eine Wellenbewegung ist das Licht wohl; aber es schwingt nicht so wie es beim Schall ist. Beim Schall ist es so, dass hier eine Verdichtung ist, dann kommt eine Verdünnung. Und das schreitet so fort. Das sind Längswellen. Also es folgt die Verdichtung auf die Verdünnung und ein Körper der bewegt sich darinnen in der Richtung der Fortpflanzung so hin und zurück. Das konnte man sich beim Licht nicht vorstellen. Da ist es so, dass wenn sich das Licht so fortpflanzt, dann bewegen sich die Ätherteilchen senkrecht zur Richtung der Fortpflanzung. Sodass wir also, wenn dasjenige, was man Lichtstrahl nennt, da durch die Luft saust - es saust ja so ein Strahl mit 300.000 Kilometer Geschwindigkeit - wenn man da die Richtung hat in der das Licht dahinsaust, da schwingen da die kleinen Teilchen immer senkrecht darauf. Wenn da dieses Schwingen in unser Auge kommt, da nehmen wir das wahr - wenn man es auf den Fresnell'schen Versuch anwendet - sehen Sie, dann wenn sich das Licht fortpflanzt, dann schwingt es jetzt da weiter, so schwingt es weiter, so dass eigentlich die Bewegung des Lichtes ein senkrecht Schwingen ist, auf die Richtung in der sich das Licht fortpflanzt. Ja, dieser Strahl hier, der auf den unteren Spiegel geht, würde also so schwingen, setzt sich so fort, stößt hier auf. Nun, wie gesagt, dieses Durcheinandergehen der Wellenzüge über das sieht man hinweg. Sie stören sich dann nicht im Sinne dieser so denkenden Physiker; aber hier stören Sie sich sogleich, oder aber Sie unterstützen sich. Denn was soll nun hier geschehen? Ja,

nicht wahr, hier kann es nun so sein, dass wenn dieser Wellenzug hier ankommt, das kleinste Teilchen hier, da senkrecht schwingt, just hinunterschwingt, wenn das da just hinaufschwingt. Dann heben sie sich auf, dann müsste Dunkelheit entstehen; wenn aber hier hinaufschwingt und das andere hier so schwingt, unter das Teilchen hier gerade hinunterschwingt, wenn das andere hinunterschwingt oder hinaufschwingt, dass das andere hinaufschwingt, dann müsste die Helligkeit entstehen, sodass man also hier aus den Schwingungen der kleinsten Teilchen dasselbe erklärt, was wir aus dem Lichte selber erklärt haben. Ich habe gesagt, dass man hier abwechselnd helle und dunkle Stellen hat; aber die moderne sogenannte Undulationstheorie erklärt dasselbe dadurch, dass das Licht eine Schwingung des Äthers ist, dass hier, wenn die kleinsten Teilchen so schwingen, dass sie ~~einander~~ unterstützen, dann entsteht ein heller Fleck; wenn sie im entgegengesetzten Sinne schwingen, dann entsteht ein dunkler Fleck. Sie müssen jetzt nur ins Auge fassen, welcher Unterschied besteht, zwischen der reinen Auffassung des Phänomens, dem Stehenbleiben innerhalb des Phänomens, dem Verfolgen des Phänomens und dem Hinstellen des Phänomens, und hinzuerfinden zu dem Phänomen etwas, was man eben nur hinzuerfunden hat, denn diese ganze Bewegung des Äthers ist ja nur hinzuerfunden. Man kann natürlich so etwas, was man hinzuerfunden hat, berechnen; aber das, dass man darüber rechnen kann, ist ja kein Beweis dafür, dass die Sache auch da ist. Denn das bloß Phoronomische ist eben bloß ein Gedachtes und das Rechnerische auch bloß ein Gedachtes. Sie sehen daraus, dass wir darauf angewiesen sind nach unserer Grunddenkweise die Phänomene zu erklären, dass sie sich unsselber die Erklärung geben, dass sie die Erklärung in sich selbst enthalten - darauf bitte ich den größten Wert zu legen - dass hinausgeworfen werden muß, was bloß Spintisiererei ist. Alles kann man erklären, wenn man hinzufügt etwas, wovon kein Mensch etwas weiß. Diese Welle z. B. könnte natürlich da sein, und es könnte sein, wenn eine herunterschwingt, und die

andere hinauf, dass sie sich dann aufheben; aber man hat sie erfunden. Aber was unbedingt da ist, ist das Gitter hier, und dieses Gitter hier sehen wir sich treulich spiegeln. Man muß schon aufs Licht schauen, wenn man zu dem kommen will, was unverfälschte Erklärung ist.

Nun habe ich Ihnen gesagt: Wenn das eine Licht durch das andere hindurchgeht, mit ihm überhaupt in eine Beziehung tritt, dann wirkt unter Umständen das eine Licht trübend auf das andere Licht, auslöschend auf das andere Licht, wie das Prisma selber trübend wirkt. Das stellt sich ganz besonders dadurch heraus, dass man - wir werden den Versuch wirklich selber machen - dass man den folgenden Versuch macht: Sehen Sie, ich will das, um was es sich dabei handelt, aufzeichnen. Nehmen wir an, wir haben dasjenige, was ich Ihnen gestern zeigte, wir haben wirklich ein solches Spektrum und zwar durch die Sonne erzeugt; wir haben ein solches Spektrum bekommen vom Violett bis zum Rot. Wir könnten ein solches Spektrum auch erzeugen, indem wir nicht die Sonne durch einen solchen Spalt durchscheinen ließen, sondern auch dadurch, dass wir an dieser Stelle hier einen festen Körper herbrachten, den wir glühend machten. Dann würden wir auch allmählich, wenn er bis zur Weißglut kommt, die Möglichkeit haben, ein solches Spektrum zu haben; es ist gleichgültig, ob ein Sonnenspektrum oder das Spektrum von einem weißglühenden Körper.

Nun können wir aber auch noch auf eine etwas modifizierte Art ein Spektrum erzeugen. Nehmen wir an, wir haben hier ein Prisma und hier eine Natriumflamme, das heißt ich verflüchtige das Metall - Natrium - Gas wird Natrium da. Das Gas brennt verflüchtigt sich und wir erzeugen ein Spektrum von diesem sich verflüchtigenden Natrium. So tritt etwas sehr Merkwürdiges auf. Wenn wir das Spektrum erzeugen, nicht von der Sonne und nicht von einem festen glühenden Körper, sondern von einem Gas, dann ist eine einzelne Stelle im Spektrum sehr stark ausgebildet

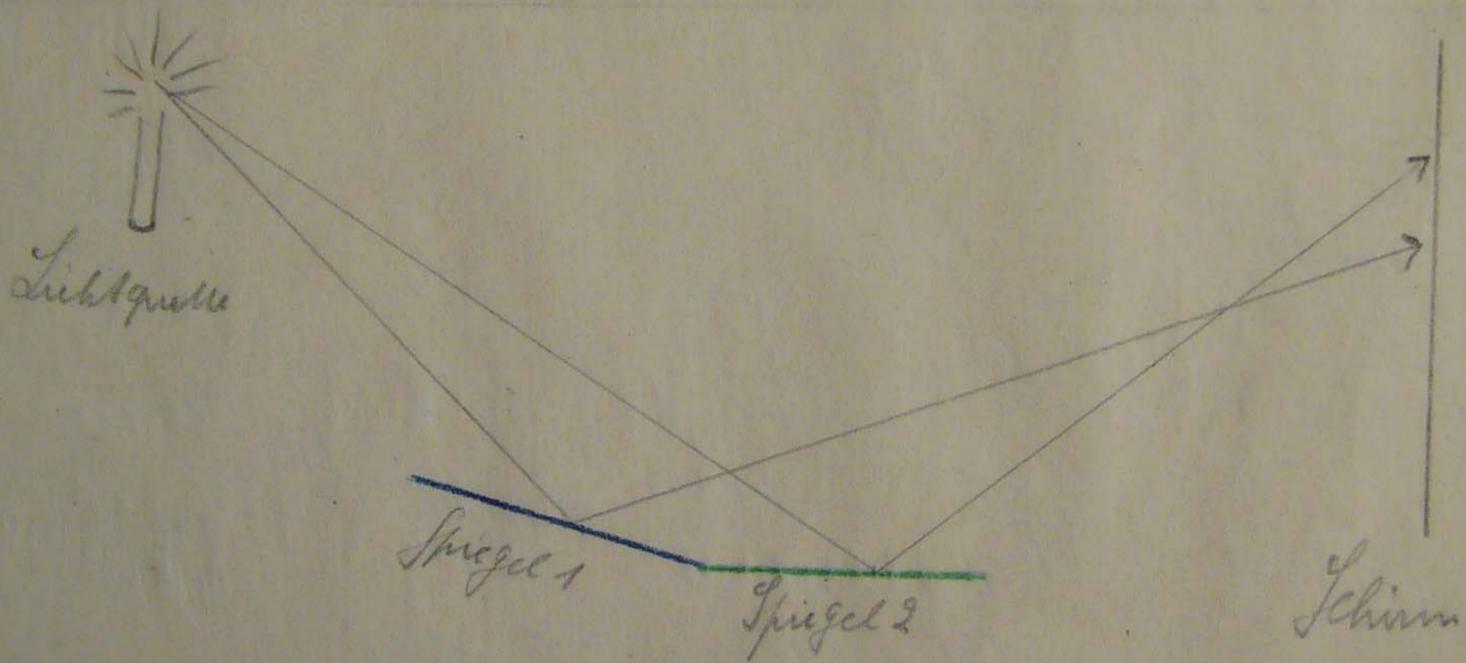
und zwar bekommt Natriumlicht besonders das Gelb, (Zeichnungen Fig. 5). Wir haben hier, nicht wahr, Rot, Orange, Gelb. Der gelbe Teil ist beim Natrium besonders stark ausgebildet Das übrige Spektrum ist beim Natrium verkümmert, fast gar nicht vorhanden. Also alles vom Violett zum Gelb herein und vom Gelb bis zum Rot ist verkümmert, fast gar nicht vorhanden. Wir bekommen dann scheinbar einen ganz schmalen gelben Streifen, man sagt eine gelbe Linie. Die entsteht dadurch, dass sie ein Teil eines Spektrums ist, das andere des Spektrums ist nur verkümmert. So kann man von den verschiedensten Körpern solche Spektren finden, die eigentlich keine Spektren sind, sondern nur leuchtende Linien. Daraus ersuchen Sie, dass man umgekehrt, was da eigentlich in einer Flamme drin ist, und man ein solches Spektrum erzeugt, dass dann, wenn man ein gelbes Spektrum kriegt, in der Flamme Natrium sein muß. Man kann erkennen, mit welchem Metall man es zu tun hat.

Das Eigentümliche aber was entsteht, wenn man nun diese zwei Versuche kombiniert, sodass man erzeugt diesen Lichtcylinder hier und das Spektrum erzeugt hier, zu gleicher Zeit die Natriumflamme hineintut, sodass das glühende Natrium sich vereinigt mit dem Lichtcylinder, was da geschieht, ist etwas ganz Ähnliches, als was ich Ihnen vorher beim Fresnelles'schen Versuch gezeigt habe. Man konnte erwarten, dass hier besonders stark das Gelb auftreten würde, weil das Gelb schon darinnen ist, dann kommt noch Gelb von dem Natriumlicht dazu; das ist nicht der Fall, sondern das Gelb vom Natrium löscht das andere Gelb aus und es entsteht hier eine dunkle Stelle. Also wo man erwarten würde, dass Hellere entsteht, entsteht eine dunkle Stelle! Warum denn? Das hängt lediglich ab von der Kraft, die da entwickelt wird. Nehmen wir an, es wäre das Natriumlicht, das da entsteht, so selbstlos, dass es das verwandte Licht einfach durch sich hindurchließe. Da müßte es sich ganz auslöschen. Das tut es aber nicht, sondern stellt sich in den Weg gerade,

an der Stelle, wo das Gelb herüberkommen sollte, stellt sich in den Weg. Es ist da und trotzdem es gelb ist, wirkt es nicht etwa stärkend, sondern wirkt auslöschend, trotzdem es gelb ist, weil es sich einfach als eine Kraft in den Weg stellt, gleichgültig, ob das, was sich in den Weg stellt, etwas anderes ist, oder nicht. Das ist einerlei. Der gelbe Teil des Spektrums wird ausgelöscht. Es entsteht dort eine schwarze Stelle.

Sie sehen daraus, dass man bloß wiederum das zu bedenken braucht, was da ist. Da stellt sich einem aus dem flutenden Licht selbst heraus die Erklärung dar. Das sind eben die Dinge, auf die ich Sie hinweisen konnte, Sehen Sie, der Physiker, der im Sinne Newtons erklärt, der mußte natürlich sagen: Wenn ich hier ein Weiß habe, also einen leuchtenden Streifen und ich gucke mit dem Prisma durch nach dem leuchtenden Streifen, so erscheint er mir so, dass ich ein Spektrum bekomme: Rot, Orange, Gelb, Grün, Blau, Dunkelblau, Violett. Nun sehen Sie, Goethe sagte: Ja, zur Not geht es noch. Wenn die Natur wirklich so ist, dass sie das Licht zusammengesetzt gemacht hat, so könnte man ja annehmen, dass dieses Licht wirklich in seine Teile zerlegt wird. Schön, aber dabei behaupten ja dieselben Menschen, die das sagen, dass das Licht aus diesen Farben als seine Teile besteht, ~~Zu~~ gleicher Zeit, dass diese Dunkelheit gar nicht ist, sondern nur die Abwesenheit des Lichtes ist. Ja, aber wenn ich hier einen schwarzen Streifen lasse zwischen Weiß - ich habe weißes Papier und hier einen ~~weißen~~ ^{Schwarzen} Streifen - und ich gucke durch das Prisma durch, so bekomme ich auch einen Regenbogen, nur sind seine Farben anders geordnet. Da ist er in der Mitte violett und geht nach der anderen Seite ins Grünliche. Da bekomme ich ein anders angeordnetes Band; aber ich müßte sagen im Sinne der Zerlegungstheorie: Das Schwarze ist auch zerlegbar. Also ich müßte zugeben, dass die Dunkelheit nicht bloß die Negierung des Lichtes ist. Die

Dunkelheit müßte auch zerlegbar sein. Sie müßte aber auch aus sieben Farben bestehen, das ist es, was Goethe irre gemacht hat, dass er auch einen schwarzen Streifen siebenfarbig sah nur in anderer Anordnung. Das ist also wiederum dasjenige, was wiederum nötig, einfach die Phänomene so zu nehmen, wie sie sind. Nun werden wir sehen, daß wir morgen wiederum um 11½ Uhr in der Lage sind, mit dem was ich Ihnen heute nur theoretisch auseinandersetzen konnte, fortzufahren.



Schema des Fresnel - Versuches.

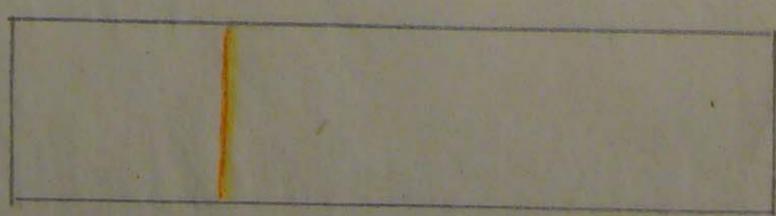


Bild des Natrium - Spektums