15. *Ueber electrodynamische Spaltwirkungen; von Martin Latrille.*

Bei der Gleichheit der Differentialgleichungen der optischen Phänomene einerseits und der Strahlung electricischer Energie andererseits war eine weitgehende Analogie zwischen Lichterscheinungen und Wirkungen electricischer Kraft zu erwarten. In der That ist diese Analogie für eine grosse Reihe von Phänomenen wie Brechung, Reflexion, Beugung, Polarisation und Doppelbrechung schon von Heinrich Hertz und dann ausser von vielen anderen besonders von Righi¹⁾ experimentell durchgeführt worden. Doch sind, wenigstens soviel mir bekannt ist, jene eigenthümlichen Spaltwirkungen der Optik auf electricchem Gebiete noch nicht näher untersucht worden, welche für die Lichtwellen durch die Untersuchungen von G. Quincke²⁾, Ambronn³⁾, Du Bois und Rubens⁴⁾ u. a. für Spalte und enge Gitter klar gelegt sind. Es hatte sich dabei ergeben, dass ein schmaler Spalt polarisirtem Licht gegenüber verschieden durchlässig ist je nach seiner Stellung zur Polarisations- bez. Schwingungsebene des Lichtes. Auf electricchem Gebiete habe ich nur eine diese Verhältnisse berührende gelegentliche Bemerkung in einer Arbeit von Waitz⁵⁾ gefunden.

Es war bei der viel grösseren Wellenlänge der electricchen Strahlung von vornherein zu erwarten, dass man mit bequemerer Versuchsanordnungen würde auskommen können, als in der Optik, um analoge Spalterscheinungen nachzuweisen. Dies hat sich bestätigt, und es ergab sich auch hier, dass wenn man einer annähernd geradlinig polarisirten, electricchen

1) Righi, Wied. Beibl. 19. p. 357. 1895.

2) G. Quincke, Pogg. Ann. 149. p. 273. 1873; Göttinger Nachrichten p. 22. 1873.

3) Ambronn, Wied. Ann. 48. p. 716. 1893.

4) Du Bois u. Rubens, Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Berlin p. 1129. 1892; Wied. Ann. 49. p. 593. 1893.

5) Waitz, Wied. Ann. 63. p. 234. 1897.

Schwingung einen in einer Metallplatte angebrachten Spalt gegenüberstellt, derselbe wesentlich durchlässiger ist, wenn er senkrecht zur Schwingungsrichtung des electrischen Kraft-vectors steht, als bei paralleler Stellung. Die Abhängigkeit der durchgehenden Energie ausser von der Richtung auch von den Dimensionen des Spaltes zu untersuchen, war die Aufgabe folgender Arbeit.

Da ich bei Versuchen, die anfänglich zu einem anderen Zweck angestellt waren, die Erfahrung gemacht hatte, dass ein verhältnissmässig kleiner Spalt noch genügend Energie bei geeigneter Richtung hindurchlässt, um einen empfindlichen Cohärer leitend zu machen, wählte ich als Empfänger für die oben angedeuteten Beobachtungen dieses Reagens. Dafür sprachen die Empfindlichkeit desselben und die dadurch ermöglichte Einfachheit der ganzen Anordnung, dagegen allerdings die Unmöglichkeit, mit ihm genaue Messungen anzustellen. Da es aber der Zweck dieser Arbeit war, mehr den Gesamtcharakter jener Spaltwirkungen zu ermitteln, blieb ich bei der Wahl des Cohärers. Es ergab sich im weiteren Verlauf der Untersuchungen das nicht uninteressante Resultat, dass auch die Richtung des Cohärers zum Spalt von Einfluss auf die Erscheinungen ist.

Die Apparate.

Der Erreger, durch den ich die electrischen Wellen her-vorbrachte, bestand aus einer Kugel (Fig. 1 *a*), in deren Nähe zwei andere kleinere verschiebbar angebracht waren. Die Verschiebbarkeit derselben gestattete es, die Funkenstrecke so zu reguliren, dass die entstehenden Wellen möglichst wirk-sam waren. Die mittlere Kugel war auf einer kleinen Glas-röhre befestigt, diese haftete mit Reibung in einer etwas wei-teren (*b*), welche als Drehungsaxe für den ganzen Träger des Erregers diente. Dadurch konnte ich dem Erreger jede Rich-tung in einer Horizontalebene geben und durch andere Kugeln, die auch auf Glasröhren befestigt waren, welche in die Drehungs-axe passten und derselben eingefügt wurden, die Wellenlänge verändern. Ich benutzte hauptsächlich drei Kugeln von 1, 1,5 und 2 cm Durchmesser. Die Drehungsaxe war mittels eines Gummipfropfens in die Mitte eines wagerechten Brett-

chens (c) eingefügt; dies konnte durch zwei Flügelschrauben an zwei mit Schlitz und Centimetertheilung versehenen senkrechten Brettern (d) in verschiedenen Höhen befestigt werden. Der Erreger liess sich dadurch bis auf 65 cm vom Spalt entfernen. Den seitlichen Kugeln wurde die Ladung von einem Inductorium zugeführt. Mir standen zwei verschieden grosse zur Verfügung, das eine wurde durch zwei Accumulatoren

Fig. 1.

betrieben und hatte als Unterbrecher einen Wagner'schen Hammer, das andere durch vier und besass einen Boas'schen Membranunterbrecher. Die Wirkungen des letzteren waren stärker und vor allem regelmässiger. Die Zuleitungsdrähte durchsetzten den Fuss des Erregers und das wagerechte Brettchen und waren so biegsam, dass sie einer Drehung des Erregers keinen Widerstand leisteten.

Als Empfänger benutzte ich zwei Cohärer, beide vom Ingenieur Hrn. Berner aus Elberfeld verfertigt. Der eine ist ein kleines Glasröhrchen von etwa 3 cm Länge und 0,5 cm Durchmesser, die Electroden sind Drahtspiralen, die von den Metallspähnen umgeben sind. Die Glasröhre des anderen ist grösser — 5,5 cm lang und 1,5 cm im Durchmesser —, ihr sind zwei

mit 4,5 cm langen Metallstäben versehene, amalgamirte Silber-electroden eingefügt, zwischen denen sich Aluminiumbronce-spähne befinden. Durch die verschiedenen Entfernungen der Electroden lässt sich seine Empfindlichkeit reguliren. Da der an zweiter Stelle genannte Cohärer empfindlicher war und gleichmässiger ansprach, benutzte ich ihn hauptsächlich. Der Cohärer war auf einem kleinen Stativ befestigt, sodass man ihm verschiedene Richtungen und Höhen

geben konnte. Dieses Stativ befand sich mit einem Leclanché-element in einem cylindrischen Blechgefäß (*e*) von 31 cm Durchmesser und 25 cm Höhe, dessen Deckel sich mittels eines inneren Randes leicht in dem Gefäß drehen liess. Der Deckel stand einige Centimeter über dem Gefäß hervor, damit keine Lücke zwischen ihnen den electricischen Wellen einen unerwünschten Zugang ins Innere des Gefäßes gewährte.

In dem Deckel sollte der Spalt angebracht werden; es war darauf Rücksicht zu nehmen, dass sich seine Dimensionen leicht verändern liessen, und dass der übrige Theil des Deckels eine so compacte Masse bildete, dass die Energie nur durch den Spalt zum Cohärer gelangen konnte. Hierzu erwies sich folgende Einrichtung als praktisch. Der Deckel war aus vier Kreissegmenten zusammengelöthet, die in der Mitte eine Oeffnung (*A B C D* Fig. 2) von 20 cm Länge und 15 cm Breite liessen. In den durch das Auflöthen von 1 und 3 auf 2 und 4 entstandenen Vertiefungen bewegten sich zwei Blechplatten (*a*), welche die

Fig. 2.

Länge des Spaltes verändern sollten; sie ruhten einmal auf den Segmenten 2 und 4, dann auf zwei schmalen Metallstreifen, die an 1 und 3 unterwärts angelöthet waren. Auf den Platten *a* lagerten senkrecht zu ihnen zwei andere (*b*), sie waren zwischen zwei Streifen (*c*), die auf 1 und 3 in *d* aufgelöthet wurden, verschiebbar. Auf *c*, etwas über die Platten *b* hinübergreifend waren andere Metallstreifen (*e*) befestigt, die *b* fest auf *a* drückten. Die freien Kanten von *b* wurden durch zwei Federn (*f*) auf den Segmenten 1 und 3 festgehalten. Vermittelst je zweier Scaln, die sich auf den inneren Rändern von *b* und auf den Streifen *e* befanden, liess sich Länge und Breite des Spaltes reguliren. Ich konnte durch

diese Einrichtung seine Dimensionen auf 20 cm Länge und 14 cm Breite bringen; diese Breite erwies sich als durchaus genügend, während mir eine grössere Länge vielfach wünschenswerth gewesen wäre. Durch zwei Winkeltheilungen auf den Rändern von 1 und 3 konnte ich eine Drehung des ganzen Deckels, und damit des Spaltes messen. Der durch diese Einrichtung erzielte Verschluss erwies sich als so dicht, dass ich bei geschlossenem Spalt auch bei lang dauernder Bestrahlung eine Beeinflussung des Cohärens nicht beobachten konnte.

Die Drähte von Cohärer und Element führten zu einem kleinen Horizontalgalvanoskop.¹⁾ Zur bequemeren Beobachtung befand sich dasselbe nicht in dem oben beschriebenen Gefäss (Fig. 1, *e*), sondern in einem kleineren (*g*). Die zur Hinüberleitung der Drähte nöthigen Durchbohrungen der Wände beider Gefässe und die Leitungen selber waren durch zwei Metallrohre (*f*) geschützt, die an beiden angelöthet waren und genau ineinander passten. Der Deckel des Gefässes *g* hatte in der Mitte eine Oeffnung, sie war mit einem feinen Drahtnetz verschlossen, welches bei geeigneter Beleuchtung die Nadel des Galvanoskopes zu beobachten gestattete, dagegen die electrischen Wellen, wenigstens so weit ich das constatiren konnte, vollständig abschirmte.

Es ist durchaus nöthig, die sämmtlichen den Secundärkreis bildenden Apparate in Metallgefässe zu bringen, denn wenn auch nur ein Stück des Leitungsdrahtes ohne metallischen Schutz ist, liegt die Gefahr nahe, dass der Cohärer nicht von der den Spalt passirenden electrischen Energie leitend gemacht wird, sondern von solcher, die ihren Weg den Draht entlang zu ihm genommen hat. Davon überzeugten mich folgende Erfahrungen. Da das kleine Gefäss *g* ziemlich dicht an dem grossen (*e*) mit dem überragenden Deckel stand²⁾, so konnte ich, namentlich wenn der Erreger nicht weit von letzterem entfernt war, den Deckel des kleineren abnehmen, ohne dass der Cohärer beeinflusst wurde. Die ausgedehnten Metallwände schirmten soweit, dass die electrischen Wellen nicht mehr zu den am Grunde des kleinen Gefässes befind-

1) Vgl. Wiedemann u. Ebert, Practicum. p. 357. 1893.

2) In der Figur ist die Entfernung der Deutlichkeit halber zu gross gezeichnet.

lichen Leitungsdrähten gelangen konnten. Zog ich aber einen Theil des Drahtes aus dem kleinen Gefäss heraus, ohne die Leitung zu unterbrechen, so schlug bei Bestrahlung die Nadel sofort aus. Es genügte sogar, dass die Wellen nicht einen Theil der eigentlichen Leitung trafen, sondern ein beliebiges Stück Metall, das die Secundärleitung an irgend einer Stelle berührt, fängt die Wellen auf; statt dieses Drahtes genügte ein Anfassen der Leitung mit der Hand. Endlich konnte ich auch den Secundärkreis unterbrechen; ich löste den Draht aus einer Klemmschraube des Galvanoskopes, bog ihn so, dass das Ende aus dem Gefäss *g* herausragte, und setzte den Erreger für einen Augenblick in Thätigkeit. Führte ich nach Aufhören des Funkenspieles den Draht wieder in die Klemmschraube zurück, so erfolgte ein Ausschlag der Nadel. In allen Fällen hatten die Wellen ihren Weg den Draht, bez. den menschlichen Körper entlang genommen und auf diese Weise den Cohärer leitend gemacht. Es ist dies wohl eine einfache Demonstration der Wirkung, welche die langen Auffangedrähte bei der Funkentelegraphie ausüben.¹⁾ Sie integriren gleichsam die über einen grösseren Raum ausgebreitete electriche Energie und führen sie dem Cohärer zu. Es bedarf also durchaus eines vollkommenen Schutzes sämmtlicher Theile. Die Beschreibung der Apparate abschliessend, möchte ich noch bemerken, dass ich zur Bestrahlung von oben erst übergegangen bin, als bei einer anderen Versuchsanordnung, bei der sich der Erreger unweit eines Tisches in einer Vertical-ebene drehte, die Nähe der Tischplatte nicht ohne störenden Einfluss zu sein schien.

Die Methode der Beobachtungen.

Bei den Eigenschaften eines Cohärers ist es misslich, mit einem solchen Beobachtungen anzustellen, die auch nur annähernd quantitativen Charakter haben sollen. Im allgemeinen wird man bei Benutzung eines Galvanoskopes, wie es mir zur Verfügung stand, nur erkennen können, ob die den Cohärer treffende Energie genügend war, ihn leitend zu machen oder nicht. Allerdings wird ja mit der Stärke der Wellen die

1) Vgl. Slaby, Die Funkentelegraphie, Berlin 1897.

Leitfähigkeit des Cohärers ab- oder zunehmen, das Galvanoskop also einen geringeren oder einen grösseren Ausschlag zeigen. Doch sind diese Unterschiede — nach meiner Erfahrung — im Vergleich zu den übrigen Unregelmässigkeiten zu gering, als dass ich aus der Grösse des Ausschlages einen Schluss auf die Menge der den Spalt passirenden Energie hätte ziehen können. Daher musste ich auf andere Weise die Quantitäten derselben zu vergleichen suchen. Wie ich schon anfangs erwähnte, und wie es nach den bekannten Gittererscheinungen zu vermuthen war, so ergab sich auch bei einem Spalt, dass er für die Wellen am durchlässigsten bei senkrechter Richtung zum Erreger ist, dagegen bei paralleler Lage ziemlich gut schirmt. Je kleiner der Spalt und je geringer die Energie der Wellen war, desto mehr musste ich ihn aus paralleler Anfangsstellung in die senkrechte Lage bringen, um den Cohärer leitend zu machen, während bei grösserem Spalt bez. kräftigeren Wellen eine geringere Drehung dazu nöthig war. Daher konnte ich den Winkel, um den ich den Spalt aus der parallelen Anfangslage drehen musste, bis der erste Ausschlag erfolgte, als Maass für die durchgehende Energie benutzen, indem ich voraussetzte — was in erster Annäherung auch zutrifft — dass immer dieselbe Energiemenge dazu gehört, um diesen ersten Ausschlag hervorzu- bringen. Ich beobachtete daher in folgender Weise: Dem Erreger wurde eine bestimmte Richtung gegeben, Spalt und Cohärer ihm parallel gestellt, — auf andere Lagen des Cohärers komme ich später — das Inductorium in Gang gesetzt und das Galvanoskop beobachtet. Erfolgte kein Ausschlag, so drehte ich nun den Deckel, bis der Cohärer ansprach. Der dazu nöthige Winkel wurde notirt, und nun Länge oder Breite des Spaltes etc. geändert und das Verfahren wiederholt. Auf diese Weise konnte ich die Wirkungen bei verschiedenen Dimensionen des Spaltes und verschiedenen Entfernungen des Erregers miteinander vergleichen. Allerdings erhielt ich trotz gleichem Spalt und gleichem Abstand nicht immer bei demselben Winkel den ersten Ausschlag, denn die Wirkung hängt von zwei veränderlichen Grössen ab. Einmal sind bekanntlich die Funken des Erregers verschieden activ, dann aber ist auch die Empfindlichkeit des Cohärers durchaus

nicht constant, namentlich nicht, wenn er längere Zeit geruht hatte; waren die Beobachtungen aber geraume Zeit fortgesetzt, so wurde diese Unregelmässigkeit verringert. Ich habe bei Wiedergabe des Beobachtungsmaterials eine längere Reihe von aufeinanderfolgenden Beobachtungen ausführlich mitgetheilt, um zu zeigen, dass unter günstigen Umständen die Winkel, die sich bei denselben Dimensionen des Spaltes ergaben, keine allzu grossen Sprünge machen. Wenn aber z. B. auch nur der Unterbrecher des Inductoriums einmal versagte und nun anders regulirt werden musste, traten oft wesentlich andere Werthe auf, ja dies geschah bisweilen ohne einen ersichtlichen Grund. Daher konnten immer nur die unter gleichen Bedingungen erhaltenen Ergebnisse miteinander verglichen werden. — Bei dem eben geschilderten Verfahren wurde der Winkel zwischen Spalt und Erreger stetig geändert, es schien zweckmässig, noch einen etwas anderen Weg einzuschlagen, um die Ergebnisse gegenseitig zu controliren. Ich wählte einen bestimmten Winkel, liess z. B. die Breite des Spaltes und die Entfernung des Erregers constant, variirte aber die Länge von Centimeter zu Centimeter und constatirte durch kurze Bestrahlung, bei welcher Länge bei dem gewählten Winkel ein Ausschlag erfolgte. Dann wurde der Winkel etwa von 5 zu 5° verändert und die Beobachtung wiederholt. Auch auf diese Weise erhielt ich einen Ueberblick, wie bei den gewählten Verhältnissen Länge und Winkel voneinander abhingen; es zeigte sich, dass von den nicht zu vermeidenden Unregelmässigkeiten abgesehen, die Ergebnisse beider Verfahren übereinstimmten. Ich brauche kaum zu erwähnen, dass alle Beobachtungen häufigst wiederholt wurden, denn nur so konnte ich hoffen, dass sich die gesetzmässigen Aenderungen den zufälligen gegenüber geltend machen würden.

Die Resultate der Beobachtungen.

Abgesehen von der Beschaffenheit der Funken hängt die den Spalt passirende electromagnetische Energie von folgenden Umständen ab:

1. von der Richtung des Spaltes zum Erreger,
2. von der Länge des Spaltes,

3. von der Breite desselben,

4. von seiner Entfernung vom Erreger.

Denkbar ist auch eine Abhängigkeit von dem den Spalt bildenden Stoff, leider war es mir nicht mehr möglich, diesen Umstand mit in Betracht zu ziehen. Aber nach den von den Herren Du Bois und Rubens¹⁾ schon bei viel kleineren Wellen gemachten Erfahrungen ist es unwahrscheinlich, dass sich ein Einfluss des Materials geltend gemacht haben würde.

Nur ein Theil dieser hindurchgegangenen Energie wird den Cohärer beeinflussen. Dieser Theil ist bedingt:

5. von den Dimensionen des Cohärers,

6. von seiner Entfernung vom Spalt,

7. von seiner Richtung zum Spalt bez. Erreger.

Ich bemerke, dass, wenn nichts anderes gesagt wird, der Cohärer parallel dem Erreger aufgestellt war, seine Entfernung vom Spalt betrug gewöhnlich ca. 10 cm.

1. Wie schon oben erwähnt, ist die senkrechte Richtung von Spalt und Erreger vor der parallelen in Bezug auf die Durchlässigkeit ausserordentlich bevorzugt. Mit meinen verschiedenen Cohärern und Erregern zeigte sich innerhalb weiter Grenzen bei jedem Spalt, wenn er parallel zum Erreger war, auch bei lang dauernder Bestrahlung absolut keine Wirkung, während bei senkrechter Stellung die Magnethadel sofort kräftig ausschlug, wenn das Inductorium auch nur für einen Augenblick in Gang gesetzt wurde. Dieser Unterschied ist ein so durchgreifender, dass er auch bei anfänglich nicht genügend berücksichtigten Mängeln meines Apparates zum Vorschein kam. Anfangs hatte ich nämlich die beiden Federn *f* (Fig. 2) nicht auf dem Deckel angebracht, daher lagen die Platten *b* nicht ganz dicht auf ihrer Unterlage auf. Bei meinem kleinsten Erreger machten die hierdurch entstehenden Ritzen nichts aus, die Wellen der grössten Kugel liessen sie dagegen hindurch, aber nur, wenn diese Ritzen *senkrecht* zum Erreger standen. Die angebrachten Federn beseitigten diese unerwünschte Wirkung in bester Weise. Ich sagte oben, innerhalb weiter Grenzen des Spaltes sei dieser Unterschied der Richtung regelmässig hervorgetreten, ich möchte dies mit

1) l. c. p. 619 u. 621.

einigen Zahlen belegen. Die bei diesen Beobachtungen benutzten Wellen entstammten dem kleinsten Erreger, das Inductorium hatte den Membranunterbrecher. Die Zahlen der ersten Columnne geben die Entfernungen des Erregers vom Spalt, die der zweiten die Breite des letzteren, die der dritten die Längen, alles in Centimetern. Innerhalb des bezeichneten Längenintervalles war bei senkrechter Richtung eine kräftige Wirkung bemerkbar, bei paralleler blieb sie aus. Unterhalb des Intervalles wurde auch bei senkrechter Richtung der Co-härer nicht regelmässig leitend, oberhalb desselben fing auch bei paralleler die Wirkung an, nur wenn sich in der letzten Columnne die Zahl 20 findet, konnte diese Grenze wegen der beschränkten Dimensionen meines Apparates nicht erreicht werden; in diesen Fällen wird das fragliche Intervall zum Theil erheblich grösser sein.

Entfernung	Breite	Länge	Entfernung	Breite	Länge
5	0,1	4—10	25	2	7—20
5	0,5	4—9	25	3	7—18
5	1	3—8	25	4	6—7
5	2	3	50	0,1	13—20
10	0,1	7—20	50	0,5	10—20
10	0,5	6—20	50	1	9—20
10	1	5—18	50	2	9—20
10	2	5—12	50	3	9—20
10	3	4	50	4	9—20
25	0,1	8—20	50	5	9—13
25	0,5	8—20	50	6	8—11
25	1	7—20			

Diese Zahlen haben natürlich nur relativen Werth, aber dass ein Unterschied bei so ähnlichen Dimensionen, wie 2 cm Breite und 3 cm Länge, bez. 3 und 4, 4 und 6, 6 und 8 auftritt, je nachdem die grössere Ausdehnung senkrecht zum Erreger steht oder parallel, ist kein Zufall, dazu habe ich die Beobachtungen zu oft und unter den verschiedensten Verhältnissen wiederholt und bestätigt gefunden; dies ist aber für die Empfindlichkeit dieser Spaltwirkungen höchst charakteristisch. Die drei von mir gewöhnlich benutzten Erregerkugeln liefern nur kurze Wellen, ich konnte aber auch bei Anwendung eines

grossen Righi'schen Erregers, dessen innere Kugeln einen Durchmesser von 10 cm haben, und der im hiesigen Universitätsinstitut zu den Marconi'schen Versuchen benutzt wird, diesen Unterschied der Richtungen constatiren.

2. Es war von vornherein anzunehmen, dass unter sonst gleichen Umständen mit zunehmender Länge des Spaltes auch die hindurchgehende Energie wachsen werde. Dies hat sich mit grosser Regelmässigkeit bestätigt. Nun hat Hr. Waitz gefunden¹⁾, dass bei seinen Versuchen durch den zwischen Erreger und Resonator angebrachten Spalt eine wesentliche Verstärkung der Ausschläge seines Messinstrumentes eintrat, und dass diese Verstärkung für eine bestimmte Spaltlänge, die von der Wellenlänge der secundären Schwingung abhängt, ein Maximum besitzt. Ich achtete daher besonders darauf, ob auch für meine Versuchsanordnung analoge Erscheinungen auftraten; es gelang mir jedoch nicht, eine derselben wahrzunehmen. Denn nie erhielt ich bei einem Spalt einen Ausschlag, der bei Entfernung des Deckels ausblieb; im Gegentheil bei den weitesten Abständen des Erregers und dem kleinen, möglichst schwach betriebenen Inductorium wurden auch bei meinem grössten Spalte die Ausschläge fraglich, ohne Deckel schlug die Nadel aber kräftig aus. Nun könnten ja schon die Metallwände des Gefässes die von Hrn. Waitz beobachtete Verstärkung hervorgebracht haben, dann konnte ich die Länge meines Spaltes nur bis 20 cm variiren, auch liesse sich das Ausbleiben des Maximums durch die Annahme erklären, dass ein Cohärer, zu den indifferenten²⁾ Empfängern gehörend, keine ausgesprochene Eigenschwingung besitze. Doch soweit meine Beobachtungen reichen, schirmt der Deckel einen Theil der electricischen Energie ab, und der den Spalt passirende Theil nimmt mit den Dimensionen desselben zu. Zur Bestätigung will ich mein Beobachtungsmaterial vorlegen. und bei dieser Gelegenheit eine zu den besten gehörende Beobachtungsreihe ausführlicher wiedergeben, um zugleich zu zeigen, in welcher Weise unter günstigen Umständen Winkel und Länge voneinander abhängen. Die Entfernung des Er-

1) Waitz, l. c. p. 237.

2) Bjerknes, Wied. Ann. 54. p. 59. 1894.

regers betrug 30 cm, die Breite des Spaltes 1 cm, die Länge wurde in der angegebenen Reihenfolge variiert, bei jeder Länge wurde der Drehungswinkel drei- oder viermal hintereinander bestimmt.

Länge	16	14	13	15	12	17	11	18	10	12	9	8	18	11
Winkel	29	41	47	37	57	22	60	24	66	57	76	—	24	63
	26	41	51	39	55	31	58	21	65	51	82	—	20	61
	32	38	48	41	57	24	63	17	65	50	81	—	22	59
	33				54					55				

In der folgenden Tabelle gebe ich nur den Durchschnittswinkel und ordne die Längen der Grösse nach.

Entf.	Breite	Längen																			
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	5	0,1	79°	69°	58°	51°	47°	43°	37°	33°	28°	26°	26°	3)							
2	5	0,5	87	62	45	33	19	15	11	4	0 ¹⁾	0									
3	10	0,4	77	58	47	34	25	18	10	8	2	0	0								
4	15	0,5	— ²⁾	—	—	84	77	67	56	38	25	20	15	3)							
5	25	0,5	—	—	—	—	—	71	53	38	30	27	22°	23°	17°	13°	8°	4°	0°	0°	
6	30	1	—	—	—	—	—	—	80	65	61	54	47	40	39	30	25	21	3)		
7	40	1	—	—	—	—	—	—	90	73	61	54	48	46	39	36	32	31	28	25	
8	30	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	90	75	62	51	37	31	26	
																				Winkel	

Winkel

Die Beobachtungen, deren Resultate in dieser Tabelle vereinigt sind, habe ich unter den verschiedensten Verhältnissen angestellt, so wurde bei Reihe 1, 2 und 4 der kleine Inductor, bei den übrigen der grosse benutzt, bei 2 und 3 die grösste Erregerkugel, bei den übrigen die kleinste, bei 1 und 8 der kleine, sonst der grosse Cohärer. Immer habe ich mit zunehmender Länge des Spaltes eine Abnahme des Winkels und damit eine Zunahme der hindurchgegangenen Energie constatiren können. Dass einzelne Ausnahmen vorkommen, liegt sicher an den oben besprochenen Unregelmässigkeiten. Dies geht auch daraus hervor, dass wenn ich den

1) 0° also Ausschlag bei parallelem Spalt.

2) — kein Ausschlag auch bei senkrechtem Spalt.

3) Hier ergab sich auch bei weiterer Zunahme der Länge keine regelmässige Abnahme der Winkel.

Spalt unter einem bestimmten Azimuth orientirte und bei einer Anfangslänge keinen Ausschlag erhielt, derselbe wohl bei einer Verlängerung des Spaltes erfolgte, aber nicht bei einer Verkürzung, wie es doch bei einem wirklichen Maximum in gewissen Fällen hätte eintreten müssen. Wirft man einen Blick auf die Tabelle oder auf die ihr entsprechende graphische Darstellung (Fig. 3), wo die Längen des Spaltes die Abscissen, die Winkel die Ordinaten sind, so sieht man, dass die Abnahme des Winkels und damit die Zunahme der Energie sich allmählich verlangsamt, bei einigen Reihen (1, 4, 6) konnte ich über die angegebenen Längen hinaus keine regelmässige Zunahme constatiren. Auf die Erklärung dieser Erscheinung

Fig. 3.

komme ich im letzten Theile zurück, jetzt soll nur die Thatsache selber hervorgehoben werden.

3. Die folgende Tabelle enthält Beobachtungen, bei denen die Länge des Spaltes und seine Entfernung vom Erreger constant gehalten und die Breite variirt wurde.

Ent- fernung	Länge	Breite							
		0,1	0,5	1	2	3	4	5	6
10	10	34°	31°	27°	19°	0°	0°	0°	0°
15	9	72	69	65	55	31	0	0	0
20	10	65	63	61	49	38	24	7	0
30	15	68	63	59	45	24	0	0	0
40	14	56	53	48	38	24	10	0	0

Auch hier nahm die hindurchgehende Energie mit zunehmender Breite zu, aber das Wachsthum vollzog sich in anderer Weise wie in Nr. 2; denn in dieser Tabelle (vgl. auch die entsprechende graphische Darstellung Fig. 4) nimmt der Drehungswinkel anfangs langsam, dann in immer beschleunigterem Maasse ab. Dasselbe ergibt sich aus der zu einem ganz anderen Zwecke zusammengestellten Tabelle (p. 417). In Betreff einer Begründung dieses verschiedenen Verhaltens bei Zunahme der Länge bez. der Breite muss ich auf die Discussion des Beobachtungsmaterials verweisen (p. 425 und 426).

Fig. 4.

4. Der Vollständigkeit halber füge ich noch eine Tabelle hinzu, welche die Abnahme der Energie mit Zunahme der Entfernung des Erregers vom Spalte veranschaulichen soll, auf diese wird aber im Folgenden kein Bezug genommen werden.

Länge	Breite	Entfernung									
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
12	0,5	0°	8°	30°	45°	55°	56°	80°	—	—	—
10	0,8	0	6	32	51	70	—	—	—	—	—
11	1	0	13	33	45	59	70	80	89°	—	—
11	2	0	0	0	5	50	71	81	90	—	—
12	1	0	8	22	27	32	40	44	47	53	57 ¹⁾

Winkel

5. Bei den bisherigen Versuchen waren die Anordnungen im Gefäss immer dieselben, sodass die eingetretene Aenderung der Ab- oder Zunahme der durch den Spalt gehenden Energie zugeschrieben werden konnte. Jetzt sollen im Gefäss die Dimensionen, die Entfernung und die Richtung des Cohärers geändert werden. Zunächst ist zu bemerken, dass nicht die ganze durch den Spalt gegangene Energie auf den Cohärer wirkt, sondern an seinen Rändern treten Beugungserscheinungen auf, dadurch verbreitet sich die Welle über das ganze Innere des Gefässes, ein Theil ruft in den Wänden desselben

1) Der Cohärer war dem Spalt bis auf 5 cm genähert.

Resonanzerscheinungen hervor, ein anderer wird von diesen reflectirt und kann auf diesem Umwege noch zum Cohärer gelangen. Andererseits kommt nicht nur die den Cohärer selber treffende Energie in Betracht, sondern nach den oben angeführten Versuchen (p. 413) auch die, welche von den im Innern des Gefässes befindlichen Drähten aufgefangen und zu ihm fortgeführt wird. Bei so verwickelten Verhältnissen war es fraglich, ob der den Cohärer direct treffende Theil einen derartigen Einfluss besitzt, dass sich Aenderungen desselben geltend machen konnten. Ich untersuchte demnach, in welcher Weise Metallmassen, welche mit dem Cohärer verbunden wurden, die Wirkung beeinflussten. Dazu wurden Fahnen aus Stanniol oder Messingröhren benutzt, die ich auf die Stäbe des zweitgenannten Cohäriers schob. Eine hierdurch verursachte Verstärkung war deutlich wahrzunehmen; einmal wurden die Winkel, um die ich den Spalt drehen musste, bis ein Ausschlag erfolgte, regelmässig kleiner, wenn ich genügend ausgedehnte Metallmassen mit dem Cohärer in Verbindung brachte, dann sprach dieser auch bei Spallängen an, die um 1—2 cm kürzer waren, als die ohne Fahnen bez. Röhren beobachteten unteren Grenzen. Es fragt sich, ob diese Verstärkung dem Umstande zuzuschreiben ist, dass durch jene Metallmassen die Eigenschwingung des Cohäriers der des Erregers ähnlicher wird, dass also eine bessere Resonanz eintritt, oder ob einfach die räumliche Vergrösserung als Ursache anzusehen ist. Die Verstärkung trat bei allen Wellenlängen ein, die ich mit den drei Erregerkugeln erhielt. Nach der J. J. Thomson'schen Formel

$$\lambda = \frac{4\pi}{\sqrt{3}} a$$

für die Wellenlänge einer Kugel mit dem Radius a , betrugen diese Längen ca. 3,6, 5,4 und 7,2 cm. Der Cohärer hatte mit seinen Stäben eine Länge von 11 cm; es ist kaum anzunehmen, dass durch Anhängen von Stanniolfahnen (4 cm breit und 12 cm lang) oder durch Aufschieben von 4 cm langen Messingröhren, wodurch die Länge auf 18 cm vergrössert wurde, die etwaige Eigenschwingung des Cohäriers jenen Wellenlängen ähnlicher geworden ist. Es scheint mir demnach die zweite Ursache die wichtigere zu sein.

6. Denselben Effect hatte eine Annäherung des Cohärens an den Spalt; denn einmal wird hierdurch der Cohärer auch der Energiequelle, dem Erreger genähert, dann aber hat sich auch die zerstreuernde Wirkung der Beugung noch weniger bemerkbar machen können.

7. Ungleich interessanter ist die Abhängigkeit der Wirkung von der Richtung des Cohärens. Bisher war derselbe immer dem Erreger parallel, doch veränderte sich die ganze Erscheinung wesentlich, wenn er in die senkrechte Richtung gebracht wurde. Der Kürze halber werde ich die erste Stellung die erste, die andere die zweite Hauptlage nennen und mit den Symbolen $\parallel$ und $\perp$ bezeichnen. An einem Beispiel will ich den Unterschied in beiden Lagen genauer beschreiben. Die Entfernung des Erregers vom Spalt betrug 40 cm, die des Cohärens 10 cm und die Breite des Spaltes 0,5 cm; die Winkel, die im Folgenden genannt werden, beziehen sich ausschliesslich auf die Stellung von Erreger und Spalt. Bei einer Länge des letzteren von 9 cm war bei $\perp$ kein Einfluss auf den Cohärer zu bemerken, dagegen sprach er in $\parallel$ bei grossen Winkeln, 80—90°, regelmässig an. Es trat dies am deutlichsten hervor, wenn ich in $\perp$ bei keiner Richtung des Spaltes einen Ausschlag erhalten hatte, dann denselben dem Erreger parallel stellte und nun den letzteren in die erste Hauptlage drehte; bei ungefähr senkrechter Richtung zum Spalt trat der Ausschlag regelmässig ein. Aehnlich war es bei 10 cm Länge, bei 11 cm sprach der Cohärer auch in $\perp$ an, aber nicht, wenn der Spalt mit dem Erreger einen Winkel von 90° bildete, sondern bei solchen, die um 45° herum lagen. Bei 12 cm Länge reagierte der Cohärer in $\perp$ auch bei senkrechtem Spalt, aber auch schon bei viel kleineren Winkeln als bei derselben Länge in $\parallel$. Das ging so weiter, bis bei 16 cm in $\perp$ schon bei parallelem Spalt ein Ausschlag erfolgte, was in $\parallel$ noch bei 20 cm Länge nicht der Fall war.

Dies mag als Beispiel genügen; ich konnte eigentlich in jeder Entfernung des Erregers dieselben Verhältnisse nachweisen, wenn schon bei grösseren Abständen deutlicher. Bei den kleinsten Längen war die erste Hauptlage die wirkungsvollste, bei grösseren die zweite, wenigstens insofern als bei parallelem Spalt und Erreger die hindurchgehende Energie

schon bei erheblich kleineren Spalten genügte, um den Cohärer leitend zu machen. Der Anfang des Ansprechens in $\perp$ fand bei mittleren Winkeln um ca. 45° herum statt. Auch diese Erscheinung wurde mit den verschiedenen Erregern und Cohärern geprüft und bestätigt; allerdings war der zweite Cohärer mit seiner mehr bevorzugten Längsrichtung geeigneter. Der Einfluss, den die verschiedene Orientirung des Spaltes zum Erreger ausübte, wurde also in der zweiten Hauptlage durch die Stellung des Cohärers einigermaassen verwischt.

Discussion der Beobachtungsergebnisse.

Wie in der Optik die polarisirende Wirkung von Spalten und Gittern aufs engste zusammengehört, so auch im Gebiete der electrischen Wellen. Es ist daher zu untersuchen, ob die im Vorhergehenden mitgetheilten Versuche auf analoge Weise erklärt werden können, wie die von Hertz entdeckten Wirkungen eines Drahtgitters.

Wenn die vom Erreger ausgehenden Wellen auf die Metallfläche des Deckels treffen, findet einmal eine Reflexion an derselben statt, dann aber werden auch Mitschwingungen in den gegenüberstehenden Metallmassen hervorgerufen und zwar unter Voraussetzung geradlinig polarisirter Wellen parallel zum electrischen Vector. Die Drähte eines Gitters können einen verhältnissmässig grossen Abstand haben — bei dem Gitter von Hertz 3 cm — sie lassen trotzdem bei paralleler Richtung zum Erreger nichts durch, sie schirmen also ihre Nachbarschaft gegen die electrischen Wellen.¹⁾ Ein gleiches Verhalten kann man den Rändern des Spaltes zuschreiben, die dem Erreger parallel sind; ihre schirmende Wirkung greift auf einen Theil ihrer Umgebung über, der nach der Stärke der electrischen Wellen sehr verschieden gross sein wird. Diese Thatsachen sollen zur Erklärung der in 1, 2 und 3 mitgetheilten Beobachtungen benutzt werden. Ist der Spalt dem Erreger parallel, so können sich in den die Längskanten desselben bildenden Metallstreifen ungehindert Mit-

1) Hertz, Wied. Ann. **37**. p. 395. 1889; Ges. Werke **2**. p. 171; H. Ebert u. E. Wiedemann, Wied. Ann. **49**. p. 32. 1893.

schwingungen ausbilden, dadurch schützen dieselben ihre Umgebung, also den Spalt, und lassen so gut wie nichts von der electrischen Welle zum Cohärer. Steht dagegen der Spalt senkrecht zum Erreger, so kann die Resonanz nur auf die Querkanten des Spaltes sich erstrecken, auch sie werden eine schirmende Wirkung ausüben. Aber wenn diese z. B. unter den gerade gewählten Verhältnissen sich auf 1 cm hin geltend machen kann, so genügt eine Spaltlänge von 3 cm, um noch einen Theil der Energie hindurchzulassen, diese kann zum Cohärer gelangen und ihn leitend machen. Jede Verlängerung des Spaltes vergrössert den ungeschützten Raum, darum nimmt mit Zunahme der Länge auch die hindurchgehende Energie zu. Allmählich werden aber immer entferntere und geneigtere Theile der Schwingung hindurchgelassen, daher wächst die Energie immer langsamer, bis schliesslich eine weitere Verlängerung ohne nachweisbaren Einfluss bleibt.

Mit dieser Erklärung stimmen einige weitere Versuche überein. Ich überbrückte bei senkrechter Stellung von Erreger und Spalt denselben durch Drähte, Metallröhren und verschieden breite Bleche. Diese Brücken standen dem Erreger parallel gegenüber, sie konnten also reflectiren und mit-schwingen und dadurch eine schützende Wirkung ausüben. Bei kurzem Spalt und grosser Entfernung des Erregers genügten dünne Drähte, um einen Ausschlag zu verhindern, bei längerem Spalt, bez. kleinerer Entfernung wurden immer breitere Bleche dazu nöthig. Da der Schutz verringert wurde, wenn die Brücken den Deckel nicht gut leitend berührten, scheinen sie nicht allein zu resoniren, sondern durch sie auch die sonst vom Spalt durchschnittenen Theile des Deckels. Die Aenderung der Schirmwirkung mit der Lage der Brücke fiel in die Augen, wenn ich eine Metallröhre über die Mitte des Spaltes legte, wo sie vollkommen schützte, und sie dann langsam dem Ende desselben zurollen liess; je mehr sie sich diesem näherte, desto grösser wurde der Ausschlag des Galvanoskopes.

Ich gehe auf die Zunahme der durchgehenden Energie mit wachsender Breite des Spaltes ein. Ist derselbe schmal und dem Erreger parallel, so schirmen die Längskanten den

Spalt gegen die ankommenden Wellen. Beträgt z. B. die Entfernung, auf die dieser Schutz wirksam ist, 1 cm, so ist es ziemlich gleichgültig, ob der Spalt 0,1, 0,5 oder 1 cm breit ist, trotz der Verzehnfachung kann wenig mehr Energie hindurch als vorher. Wird der Spalt noch breiter, so kommt man der Grenze des geschützten Gebietes näher und näher, der Schutz wird immer unvollständiger, bis zuletzt die Energie ungehindert hindurchkann. Ist diese Erklärung richtig, so muss mit wachsender Breite die hindurchgehende Wirkung anfänglich langsam, dann bis zu einer gewissen Grenze schneller zunehmen. Verbreitert man über diese Grenze hinaus, so würde die Zunahme wieder langsamer vor sich gehen, das konnte ich aber bei meiner Anordnung nicht mehr constatiren.

Auch hier untersuchte ich den Einfluss einer Brücke. Wenn der Spalt bei paralleler Stellung zum Erreger so breit geworden war, dass der Cohärer gerade ansprach, so halbirte ich den Spalt durch einen Längsdraht. Der Ausschlag blieb dann aus, und ich konnte den Spalt noch etwas verbreitern, ohne dass der Cohärer wieder ansprach. Da ich ihn aber auch nicht annähernd verdoppeln durfte, so scheint eine ausgedehnte Metallmasse, wie es die den Spalt bildenden Flächen sind, einen wirksameren Schutz auszuüben als ein dünner Draht.

Bisher war angenommen, dass die vom Erreger ausgesandte electriche Welle vollständig geradlinig polarisirt sei, und diese Annahme genügt auch, um die besprochenen Erscheinungen zu erklären, aber sie reicht nicht zur Begründung des Einflusses aus, den die verschiedene Richtung des Cohäriers zum Spalt und Erreger ausübt, und sie ist auch mit der Thatsache unvereinbar, dass ein schmaler, aber genügend langer Spalt auch bei paralleler Stellung zum Erreger soviel Energie hindurchlässt, dass ein Ausschlag erfolgen kann.

Wenn nun auch für die Schwingungen die durch die drei Kugeln des Erregers gelegte Verticalebene bevorzugt ist, so werden doch solche in anderen Ebenen nicht ganz fehlen. Jede ankommende Schwingung wird durch den Einfluss des Spaltes in zwei Componenten zerlegt, nur die zu ihm senk-

rechte kann hindurch.¹⁾ Zu dieser polarisirenden Wirkung des Spaltes kommt die Eigenthümlichkeit des Cohärers, dass er leichter bei Schwingungen anspricht, die ihm parallel sind, als bei solchen, die zu ihm senkrecht stehen. Dass dies in der That der Fall ist, erkannte ich auf folgende Weise. Ich benutzte einen quadratischen Spalt; bei einer Entfernung des Erregers von 45 cm betrug die Seite beispielsweise 8 cm. Die Drehung des Spaltes machte jetzt natürlich nichts aus, wohl aber die des Erregers; stand er parallel zum Cohärer, so sprach dieser an, stand er senkrecht zu ihm, so blieb der Ausschlag aus. Dieselbe Thatsache ergiebt sich aus folgender Anordnung. Ich stellte Cohärer und Erreger unter einem Winkel von 45° auf, der Spalt wurde so gedreht, dass auch der Winkel zwischen ihm und dem Erreger 45° betrug, dann war er entweder parallel, oder senkrecht zum Cohärer. Gab ich dem Spalt für den gewählten Abstand vom Erreger geeignete Dimensionen, so erhielt ich bei der ersten Orientirung keinen Ausschlag, bei der zweiten trat ein solcher ein. Nach dem obigen wird die vom Erreger ausgesandte Welle in zwei Componenten zerlegt, in beiden Lagen des Spaltes wird nur die zu ihm senkrechte hindurchgelassen. Da die Dimensionen des Spaltes, seine Entfernung und der von ihm und dem Erreger gebildete Winkel unverändert geblieben sind, so ist auch die hindurchgelassene Componente in beiden Lagen gleich gross. Kreuzt nun der Spalt den Erreger so, dass er gleichzeitig dem Cohärer parallel ist, so steht die hindurchgelassene Componente senkrecht zu diesem; wird der Winkel von 45° aber so gebildet, dass der Spalt senkrecht zum Cohärer ist, so ist jene Componente diesem parallel. Dass im ersten Falle der Ausschlag ausblieb, im zweiten dagegen eintrat, ist ein Beweis dafür, dass die Empfindlichkeit des Cohärers nicht nur von der Stärke, sondern auch von der Schwingungsrichtung der ihn treffenden Welle abhängt, und am grössten ist, wenn diese ihm parallel ist.

Mit den oben begründeten Annahmen kann man den in 7 geschilderten Unterschied in den beiden Hauptlagen erklären. Die zum Spalt senkrechte, also hindurchgehende Componente

1) Hertz, Wied. Ann. 36. p. 769. 1888; Ges. Werke 2. p. 191. 1894.

ist bei paralleler Stellung von Spalt und Erreger die weitaus kleinere, bei senkrechter die überwiegende. In der ersten Hauptlage ($\parallel$) war Erreger und Cohärer parallel. Bei dieser Anordnung trifft also bei einem Azimuth von 0° zwischen Spalt und Erreger die hindurchgelassene Componente den Cohärer in der ungünstigeren, bei einem Azimuth von 90° in der bevorzugten Lage. Bei der zweiten Hauptlage ($\perp$), wo Erreger und Cohärer senkrecht standen, ist es umgekehrt, hier findet die hindurchgehende Componente den Cohärer bei einem Azimuth des Spaltes und des Erregers von 0° in der günstigeren, bei einem solchen von 90° in der ungünstigeren Stellung. Bei $\parallel$ wirkt demnach die grössere Componente unter günstigeren, die kleinere unter ungünstigeren Umständen, bei $\perp$ die grössere unter ungünstigeren, die kleinere unter günstigeren. Daher musste der Unterschied, den die Stellung von Spalt und Erreger hervorbrachte, in $\perp$ weniger scharf ausgeprägt sein als in $\parallel$. Nur darauf, dass in $\parallel$ das Ansprechen bei einem Azimuth von 90° , in $\perp$ bei einem solchen von 45° begann, will ich noch kurz eingehen. Es ist dies ein Analogon zu der Wirkung des Gitters, das Hertz unter einem Winkel von 45° gegen seine gekreuzten Spiegel neigte.¹⁾ Nimmt man an, dass die hindurchgehende Componente entsprechend dem für Lichtwellen geltenden Polarisationsgesetz durch die Formel bestimmt ist:

$$E_1 = E \cdot \sin \varphi,$$

wo φ den Winkel zwischen Spalt und Erreger bedeutet, ebenso die Componente derselben, welche für den Cohärer in Betracht kommt,

$$E_2 = E_1 \cdot \sin \psi,$$

wo ψ der Winkel zwischen Spalt und Cohärer ist, so erhält man

$$E_2 = E \cdot \sin \varphi \cdot \sin \psi.$$

In der ersten Hauptlage ist

$$\psi = \varphi,$$

also

$$E_2 = E \cdot \sin^2 \varphi. \text{ } ^2)$$

1) Vgl. Hertz, Ges. Werke 2. p. 190.

2) Vgl. Rubens u. Ritter, Wied. Ann. 40. p. 68. 1890.

In der zweiten

$$\psi = 90 - \varphi,$$

also

$$E_2 = E \cdot \sin \varphi \cdot \cos \varphi.$$

Ersterer Ausdruck hat für $\varphi = 90^\circ$, letzterer für $\varphi = 45^\circ$ sein Maximum.

Allerdings gelten diese Formeln nur in erster Annäherung, aber dem Einfluss der Richtung werden sie doch in gewisser Weise gerecht.

Endlich habe ich noch den Erreger auf einem transportablen Stativ befestigt und untersucht, ob sich die Erscheinungen ändern würden, wenn ich andere Theile der Welle, als die centralen, durch den Spalt hindurchgehen liess. Je weiter ich mich nach den Seiten entfernte, desto mehr trat der Einfluss der Stellung des Erregers zum Spalte zurück, während die von Spalt und Cohärer ausschlaggebend wurde. Auch dies steht mit der gegebenen Erklärung in Einklang. Die seitlichen Theile der Welle sind sicher noch weniger vollständig polarisirt, als die centralen. Ueberwiegt also bei diesen die dem Erreger parallele Componente der Schwingung die zu ihm senkrechte beträchtlich, so wird dieser Unterschied um so geringer, je weiter man sich von dem centralen Theile entfernt. Die polarisirende Wirkung des Spaltes wird dadurch aber nicht geändert; er lässt immer nur die zu ihm senkrechte Componente hindurch, und es musste bei geeigneten Dimensionen des Spaltes ein Ausschlag erfolgen, wenn derselbe zu dem Cohärer senkrecht, und ausbleiben, wenn er ihm parallel stand, ohne Rücksicht auf die Stellung von Spalt und Erreger.

Ich fasse im Folgenden die Resultate zusammen:

1. Ein Spalt übt auf eine electriche Welle eine polarisirende Wirkung aus, sodass hauptsächlich die zu ihm senkrechte Componente hindurchgelassen wird.

2. Mit der Vergrößerung des Spaltes nimmt die hindurchgehende Energie in der Art zu, dass bei Vergrößerung der Länge die Zunahme anfänglich erheblich ist, dann allmählich sich verlangsamt. Bei Vergrößerung der Breite nimmt diese Energie anfänglich langsam, dann bis zu einer gewissen Grenze in beschleunigtem Maasse zu.

3. Beobachtet man diese Erscheinungen mit einem Co-härer, so werden sie dadurch modificirt, dass derselbe leichter für electriche Schwingungen anspricht, die ihm parallel, als für solche, die zu ihm senkrecht sind.

Zum Schluss möchte ich Hrn. Prof. Dr. Ebert meinen herzlichen Dank dafür aussprechen, dass er mich in liebenswürdigster Weise bei Anfertigung dieser Arbeit mit seinen Rathschlägen unterstützt hat.

Kiel, im März 1898.

(Eingegangen 29. März 1898.)