9. *Wirkung eines Spaltes auf Hertz'sche Wellen;* *von K. Waitz.*

1. Im Heft 2, Bd. 65 der Annalen findet sich eine Abhandlung des Hrn. Latrille, „Electrodynamische Spaltwirkungen“, in der u. a. als Resultat angegeben wird: „Ein Spalt übt auf eine electrische Welle eine polarisirende Wirkung aus, sodass hauptsächlich die zu ihm senkrechte Componente hindurchgelassen wird. 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.“

Diese Wirkung eines Spaltes ist, wie auch Hr. Latrille anführt, von mir in meiner Arbeit „Ueber eine Verschiedenheit im Verhalten der electrischen und magnetischen Schwingung Hertz'scher Wellen“¹⁾ schon verwerthet worden, ohne dass ich damals näher auf sie eingegangen bin. Da nun meine bereits 1895 ausgeführten Versuche einiges Neues gegenüber den Resultaten des Hrn. Latrille enthalten, gestatte ich mir sie im Folgenden mitzutheilen.

Versuchsanordnung.

2. Sie ist im wesentlichen bereits in der citirten Arbeit beschrieben. Die Platten eines Bjerknes'schen Electrometers waren durch ein horizontal liegendes Kupferrechteck, den Resonator, verbunden. Unter dem Electrometer lagen, auch horizontal, zwei grosse, durch Holzleisten versteifte Zinkbleche, 115 cm lang und 50 cm breit, so nebeneinander, dass zwei ihrer Längskanten einen 1—1,5 cm breiten Spalt zwischen sich liessen. Der Spalt verlief senkrecht zu der das Electrometer enthaltenden Seite des Rechteckes, dessen Mittelpunkt vertical über dem Centrum des Spaltes lag. Der Abstand der Spaltbleche und des Resonators schwankte bei verschiedenen Versuchen zwischen 5—10 cm. Unter den Spaltblechen

K. Waitz, Wied. Ann. 63. p. 234. 1897.

stand der Hertz'sche Erreger in einer Entfernung von 2 bis 10 cm; es war meist der in der citirten Arbeit benutzte cylindrische Oscillator von im ganzen 56 cm Länge; seine Längsrichtung war stets *senkrecht* zum Spalt, die Funkenstrecke unter dem Mittelpunkt des Spaltes, sodass immer das Maximum der Spaltwirkung erzielt wurde. Die Enden des Spaltes waren durch Blechstreifen verschlossen, die fest auf den zur Erde abgeleiteten Spaltblechen auflagen. Der Contact zwischen den Verschlussstreifen und den grossen Spaltblechen muss, wie auch Hr. Latrille anführt, ein möglichst guter sein, damit keine Störungen der Erscheinung auftreten. Deshalb waren die den Spalt (vgl. Fig. 1, die einen Verticalschnitt senkrecht zur Spalttrichtung darstellt) bildenden Längskanten der Bleche *S* um flache, mit den Blechen verlöthete Eisenstangen herumgebogen, sodass sie etwa 1 cm weit vor den Eisenstangen vorsprangen; auf die so gebildeten Ränder *R* wurden die Verschlussstreifen mit Klemmschrauben fest aufgeschraubt. Beide Enden des Spaltes waren stets durch gleich lange Streifen verschlossen, es blieb also der Mittelpunkt des Resonators immer senkrecht über dem Spaltcentrum und nur durch Benutzung verschieden langer Streifenpaare wurde die Länge des Spaltes geändert.

Fig. 1.

3. Als Maass der durch den Spalt gehenden Energie dienten die ersten Ausschläge der Electrometernadel. Um die Wirkung des Erregers möglichst gleichartig zu machen, wurde der den Oscillator treibende Ruhmkorff stets genau gleiche Zeit, etwa 7 sec, etwas weniger als die Schwingungsdauer der Electrometernadel, geschlossen, was eine auf schiefer Ebene hinabrollende Kugel bewirkte, die in zwei Punkten ihres Weges Contacte schloss und öffnete. Die einfache Vorrichtung hierzu bestand aus einer 1,6 m langen, 4 cm breiten Holzleiste, auf der parallel nebeneinander im Abstand 1,6 cm zwei 1,5 m lange Messingstangen befestigt waren, sie dienten einer Messingkugel zur Führung, die bei sehr schwacher Neigung der Leiste zwischen den Stangen herabrollte. Nicht weit von den beiden Enden der Leiste war aus deren mittlerem Theil je ein Stück ausgesägt, durch

jede Lücke ragte, um eine horizontale Axe leicht drehbar, ein dicker Kupferdraht. Jeder Draht bildete den einen Arm eines rechtwinkligen Hebels, dessen anderer Arm am Ende etwas umgebogen, je nach Stellung des Hebels in einen Quecksilbernäpf tauchte oder aus ihm herausgehoben war. Schlug die stets aus derselben Höhe herabrollende Kugel den Arm des oberen Hebels um, so wurde der den Ruhmkorff speisende Strom geschlossen, beim Wegschlagen des unteren Hebels wurde der Strom wieder geöffnet. Durch einen Zug an einer dünnen, die Hebel miteinander verbindenden Schnur konnte man beide zugleich wieder in ihre Anfangsstellung bringen, sodass die Vorrichtung zu neuer Beobachtung hergerichtet war. Je nach der Neigung der schiefen Ebene und der Stellung der zwei Hebel in ihr kann so in bequemer und exacter Weise der Strom stets die gewünschte Zeit geschlossen werden.

Beobachtungen.

4. Auch ich hatte, was in meiner citirten Arbeit aber nicht angeführt ist, wie Hr. Latrille gefunden, dass bei paralleler Stellung des Spaltes und Oscillators keine Wirkung, bei senkrechter Stellung aber ein Maximum der Wirkung durch den Spalt hindurchgeht. Während jedoch Hr. Latrille bei seiner Versuchsanordnung mit zunehmender Länge des Spaltes nur eine *Zunahme* der Energie constatiren konnte, findet sich in meiner Arbeit angegeben, dass die Einführung des Spaltes zwischen Erreger und Resonator eine Verstärkung des Ausschlages am Electrometer ergab, die bei passender Spaltlänge ein Maximum wurde. In diesem Falle, heisst es dort, wäre der Spalt auf die Eigenschwingung des mit dem Resonator montirten Electrometers abgestimmt. Um diese Behauptung zu beweisen, führe ich aus vielen Beobachtungsreihen nur die folgenden Daten an.

Als der Oscillator 15 cm Abstand vom Resonator hatte und sich kein Spaltschirm zwischen ihnen befand, gab das Electrometer nur einen Ausschlag von 1 Scth. Wurde der Spalt etwa 9 cm über dem Oscillator eingeschoben, so erhielt man die in der folgenden Tabelle verzeichneten Ausschläge.

Spaltlänge in cm	Ausschläge des Electrometers	
	I	II
20		1
30		4,5
40	19,4	13,3
50	28,8	20,8
60	23,4	15,0
70	13,5	6,2
80	8,0	2,4
90	1,8	2,0
100	1,5	1,2
110	4,8	3,5

Trägt man diese Ausschläge als Ordinaten und die Spaltlängen als Abscissen auf, so entstehen die Curven I und II.

Der Resonator war bei diesen Beobachtungen ein Quadrat aus Kupferdraht von 6 cm Seitenlänge, aus der Mitte der einen Seite hatte man 4 cm herausgeschnitten, um das Quadrat an die Platten des Electrometers anfügen zu können.

Bei den Beobachtungsreihen unter I und II war der Funke des Erregers etwas verschieden regulirt.

Fig. 2.

Discussion der Beobachtungen.

5. Es kam mir bei den damaligen Versuchen durchaus nicht auf eine genaue Abstimmung von Spalt und Electrometer an, sonst würde ich die Spaltlänge in kleineren Intervallen variirt haben, doch ergeben die Tabelle und die Curven sehr deutlich die periodische Ab- und Zunahme des Ausschlages, soweit die Länge der benutzten Spaltbleche sie zu constatiren erlaubte. Die Erklärung der Erscheinung ist offenbar dieselbe wie für ein Drahtgitter, worauf ich früher schon hindeutete, indem ich angab, dass ein Gitter aus Zinkblechstreifen von passender Länge dieselbe Wirkung thue. An den Rändern

des Spaltes bildet sich eine stehende Welle aus, die durch die Dimensionen des Spaltes bestimmt ist; hat sie eine Länge, die gleich der Wellenlänge ist, die der Eigenschwingung des mit dem Resonator verbundenen Electrometers entspricht, so wird dies ein Maximum des Ausschlages zeigen etc.

Die Beobachtungen ergeben ein Maximum der Wirkung, wenn der Spalt 50 cm lang ist, so gross ist also die Wellenlänge der Eigenschwingung des Electrometers mit dem Kupferresonator. Verlängert man den Spalt über 50 cm hinaus, so wird der Electrometerausschlag wieder kleiner und für eine Spaltlänge = 100 cm findet sich ein Minimum des Ausschlages, in diesem Fall schwingt aber der Spalt in zwei Abtheilungen von je 50 cm Länge, hat also in seiner Mitte einen Schwingungsknoten. Da das Electrometer stets über der Mitte des Spaltes stehen blieb, befindet es sich somit bei einer Spaltlänge von 50 cm in einem Bauch, bei einer Spaltlänge von 100 cm in einem Knoten der durch den Spalt gehenden Schwingung, die in Resonanz mit seiner Eigenschwingung ist. Hieraus folgt sofort die beobachtete periodische Aenderung des Ausschlages. Analog wird auch die schirmende Wirkung des Spaltes, der *parallel* dem Oscillator steht, aufzufassen sein.

6. Ist diese Erklärung richtig, so muss das Electrometer, wenn man das Centrum seines Resonators nicht über der Spaltmitte stehen lässt, sondern es längs des 100 cm langen Spaltes verschiebt, wieder zunehmenden Ausschlag und ein Maximum desselben zeigen, wenn es in einen Schwingungsbauch einer der zwei schwingenden Abtheilungen kommt, d. h. noch 25 cm von einem Spaltende entfernt ist. Das zeigte sich auch völlig bestätigt, als man, was dasselbe heisst, den Spaltschirm so verschob, dass nach und nach immer andere Theile des Spaltes unter das Electrometer kamen. Ueberbrückte man endlich den 100 cm langen Spalt, während das Electrometer 25 cm von einem Ende desselben abstand, in der Mitte durch einen einige Millimeter breiten Blechstreifen, so blieb der Maximalausschlag ungeändert, wurden aber zwei Brücken bei 25 und 75 cm aufgelegt, so war der Ausschlag wieder Null; alles, wie es die oben gegebene Erklärung verlangt.

7. Man könnte gegen die angeführten Versuche vielleicht einwenden, dass durch die Art, wie die Spaltränder umgebogen

waren, um einen guten Contact mit den Verschlussblechen zu garantiren, die Wirkung der Spaltränder der von Gitterdrähten besonders ähnlich geworden sei. Man erhielt aber ganz dieselben Resultate, mochten die Spaltränder nach oben, dem Electrometer zu, oder nach unten, nach dem Oscillator hin, gebogen sein. Auch als Spaltbleche ohne umgebogene Ränder benutzt und die Verschlussstreifen durch aufgesetzte Gewichte gut an die Bleche angedrückt wurden, änderte sich nichts an den Erscheinungen, womit der Einwand widerlegt ist.

8. Die sehr grosse Steigerung des Ausschlages bei den obigen Versuchen, wenn man einen Spalt zwischen Erreger und Resonator schob, rührte zu einem kleinen Theil jedenfalls von dem Schutz her, den der Spaltschirm dem Electrometer gegen die Einflüsse der Ruhmkorffschwingungen gewährte. Ein solcher Schutz ist, wie in meiner citirten Arbeit angeführt, nöthig, will man auch weniger gut leitende Substanzen als Resonatoren am Electrometer verwenden, da durch sie die Ladungen der Electrometerplatten, welche die langsamen Schwingungen des Inductionsapparates erzeugen, nicht genügend schnell ausgeglichen werden, sondern ganz falsche Ausschläge des Electrometers bewirken. Entfernt man nämlich die zwei Conductoren des Oscillator soweit voneinander, dass kein Funke mehr zwischen ihnen überspringt und lässt den Ruhmkorff arbeiten, so giebt das Electrometer ohne Spaltschirm einen sehr grossen Ausschlag, wenn der Resonator nicht aus gut leitender Substanz besteht. Diese Ausschläge verschwinden völlig, wenn ein Spalt in der angegebenen Art zwischen Erreger und Electrometer eingeführt wird, die Ruhmkorffschwingungen haben eine viel zu grosse Wellenlänge, um durch den begrenzten Spalt eine merkliche Wirkung auf das Electrometer auszuüben. Ueberhaupt bildet nach dem Ausgeführten ein solcher vor den Oscillator gesetzter Spaltschirm ein gutes und bequemes Mittel, um störende Einflüsse abzuhalten und doch starke und reine electromagnetische Schwingungen auf der dem Oscillator abgewandten Seite des Schirmes zu erhalten.

Tübingen, 6. Juli 1898.

(Eingegangen 9. Juli 1898.)