

§ 182. **Elektrodynamik.** Da, wie gezeigt wurde, elektrische Ströme wie Magnete wirken, so ist begreiflich, daß auch zwei elektrische Ströme aufeinander anziehende oder abstoßende Wirkung ausüben. AMPÈRE stellte nun folgende elektrodynamische Gesetze auf:

1) Parallel gerichtete Ströme ziehen sich an, wenn sie gleiche Richtung haben, im entgegengesetzten Falle stoßen sie sich ab.

2) Gekreuzte Ströme ziehen sich an, wenn in beiden der Strom gleichgerichtet ist, d. h. entweder in beiden nach der Kreuzungsstelle hin oder von ihr fort geht; anderenfalls stoßen sie sich ab. In jedem Falle also suchen sie sich parallel zu stellen (Fig. 121).



Fig. 121.

3) Die Kraft, mit der sich die Ströme anziehen oder abstoßen, ist proportional dem Produkte der Stromstärken, dem Produkte der aufeinanderwirkenden Stromlängen und umgekehrt proportional dem Quadrate der Entfernung.

§ 183. **Ampère's Theorie des Magnetismus.** Die ähnlichen Wirkungen, welche elektrische Ströme und Magnete entfalten, veranlaßten AMPÈRE, die Theorie aufzustellen, daß jedes Eisenmolekül dauernd von einem Strom umflossen wird. Da nun diese Molekularströme verschiedene Richtungen haben, so heben sie sich gegenseitig auf. Werden sie aber durch einen Magneten oder elektrischen Strom parallel gerichtet, wirken sie also wie ein Solenoid, so wird das Eisen zum Magneten. Hiernach ist die Anziehung und Abstoßung zweier Magnete ohne weiteres auf die elektrodynamischen Gesetze zurückzuführen.

d. Induktion.

§ 184. **Gesetze der Induktion.** Bei jeder Schließung und Öffnung eines elektrischen Stromes entstehen in einem in der Nähe befindlichen, geschlossenen, stromlosen Leiter ebenfalls elektrische Ströme von kurzer Dauer. Man nennt den ersten Strom den primären oder induzierenden, den zweiten den sekundären, induzierten oder Induktionsstrom¹. Induktionsströme entstehen ferner beim Stärker- und Schwächerwerden, sowie beim Nähern und Entfernen des primären Stromes. Die induzierten Ströme sind nun

¹ *induco* wohin führen, veranlassen.

beim Schließen, Nähern und Stärkerwerden des primären Stromes diesem entgegengesetzt, beim Öffnen, Entfernen und Schwächerwerden ihm gleichgerichtet. Durch rasches Öffnen und Schließen erhält man somit Ströme von entgegengesetzter Richtung, sogenannte Wechselströme, die von großer Wichtigkeit sind. Beispielsweise können sie durch eine Flüssigkeit gehen, ohne daß Polarisierung eintritt. Nach medizinischem Sprachgebrauch heißen übrigens die Induktionsströme gewöhnlich faradische, nach ihrem Entdecker FARADAY, im Gegensatz zu dem galvanischen oder konstanten Strom.

Induktion findet aber auch im primären Stromkreise selbst statt, wenn dieser aus vielen dicht aneinanderliegenden Windungen besteht. Man spricht dann von Selbstinduktion und nennt die dabei entstehenden Ströme Extraströme. Da nun dieselben beim Schließen entgegengesetzte, beim Öffnen gleiche Richtung wie der Hauptstrom haben, so folgt daraus, daß die Öffnungswirkung eines solchen Stromes viel stärker ist als die Schließungswirkung.

Die AMPÈRE'sche Theorie, nach der ja Magnetismus durch gleichgerichtete Molekularströme bedingt ist, macht es verständlich, daß auch durch Näherung und Entfernung eines Magneten in einem geschlossenen Leiter Induktionsströme entstehen. Man spricht dann im Gegensatz zur Elektroinduktion von Magnetoinduktion.

§ 185. **Lenz'sche Regel.** Die Richtung der Induktionsströme ist immer derartig, daß sie durch ihre elektromagnetische bzw. elektrodynamische Rückwirkung der stromerzeugenden Bewegung entgegenwirken. Hierbei sind Schließung und Verstärkung des Stroms gleichbedeutend mit Annäherung, Öffnung und Schwächung mit Entfernung. Nähert man z. B. den Südpol eines Magneten einem geschlossenen Leiter, so ist der entstehende Strom so gerichtet, daß er den Südpol abzustoßen bestrebt ist. Darauf beruht es z. B., daß eine Magnetnadel, welche über Kupferplatten schwingt, gedämpft wird, d. h. bald zur Ruhe kommt. Derartig eingerichtete Galvanometer heißen aperiodisch, da die Nadel eben keine periodischen Schwingungen mehr macht.

Das LENZ'sche Gesetz ist nur ein Spezialfall des Gesetzes von der Erhaltung der Energie. Man kann sich dies so klar machen, daß z. B. durch Annäherung eines Stromes an einen Leiter Arbeit gegen abstoßende Kräfte geleistet wird; solche sind aber eben vorhanden, wenn parallele Ströme entgegengesetzt gerichtet sind. Es ist ebenso wie beim Pendel: wird derselbe nach der einen Seite hin bewegt, so kommen gewissermaßen abstoßende Kräfte zur Wirkung, die ihn in die alte Lage zurückzuführen suchen.

§ 186. **Induktionsapparate.** Die elektromotorische Kraft der Induktionsströme wächst mit der Intensität des primären Stromes,

mit der Zahl der Windungen in der sekundären Rolle und mit dem raschen Wechsel der Stromstärke resp. dem raschen Schließen und Öffnen. Man verwendet daher bei der primären Rolle verhältnismäßig dicken und kurzen Draht, bei der sekundären sehr dünnen von oft außerordentlicher Länge und benutzt zur schnellen Stromunterbrechung selbsttätige Apparate.

Beim WAGNER'schen Hammer z. B. wird ein hufeisenförmiges Eisenstück M (Fig. 122) durch den herumgesandten Strom magnetisch und zieht

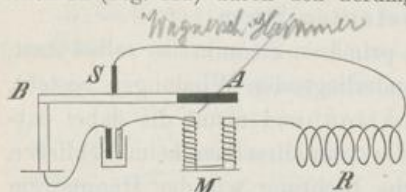


Fig. 122.

den Anker A an, der durch eine Feder an B befestigt ist. Hierdurch wird aber die Feder von der Metallspitze S entfernt, somit die Leitung unterbrochen; M verliert seinen Magnetismus, und die Feder geht in ihre alte Lage zurück, wodurch der Strom wieder geschlossen wird, usw.

Der WAGNER'sche Hammer ist z. B. ein Bestandteil der elektrischen Klingeln, indem hier mit dem Anker ein Klöppel verbunden ist, der an eine Glocke schlägt; ferner des Schlitteninduktors von DU BOIS-REYMOND, bei dem die sekundäre Spirale auf einem Schlitten über die primäre gezogen, und somit die Wirkung abgestuft werden kann. Weit stärker ist aber der RÜHMKORFF'sche Funkeninduktor, bei dem beide Spiralen übereinander gewickelt sind, und der Draht der sekundären oft bis 100 000 m lang ist. Im Innern der primären Rolle ist noch ein Bündel Eisenstäbe, welche durch ihren entstehenden und vergehenden Magnetismus die Induktionswirkung verstärken.

§ 187. **Transformatoren.** Durch Induktionsapparate kann die Spannung des sekundären Stroms beliebig größer oder kleiner gemacht werden als die des primären; man hat ja nur nötig, die Zahl der sekundären Windungen größer oder kleiner zu machen als die der primären. Da nun der Arbeitseffekt, der ja das Produkt aus Spannung und Intensität ist [§ 173], derselbe bleibt, so muß natürlich bei größerer Spannung die Intensität geringer werden und umgekehrt. Diese Transformierung¹ (Umwandlung) elektrischer Ströme ist außerordentlich wichtig. Sie spielt z. B. bei der elektrischen Kraftübertragung eine große Rolle. Denn während es darauf ankommt, an Ort und Stelle Ströme von hoher Intensität zur Verfügung zu haben, würde die Fortleitung solcher sehr unzuweckmäßig sein, da ja

¹ *transformo* umformen.

die unproduktive JOULE'sche Wärme mit dem Quadrate der Intensität wächst [§ 174]. Zum Transport der elektrischen Kraft verwendet man daher hochgespannte Ströme von geringer Intensität, die man dann am Gebrauchsorte in solche von großer Intensität, aber geringer Spannung transformiert.

TESLA ließ die oszillierenden Funkenentladungen von Leydener Flaschen, die ihrerseits durch einen Rühmkorff gespeist wurden, durch die primäre Induktionsrolle gehen und brachte diese Wechselströme von großer Frequenz und Intensität mittels der sekundären Rolle auf sehr hohe Spannung. Von den vielen merkwürdigen Wirkungen dieser Tesla-Ströme (die übrigens unabhängig von TESLA auch D'ARSONVAL entdeckt hatte) sei hier nur erwähnt, daß sie für den menschlichen Körper fast ganz unfühlbar sind, da sie nur an seiner Oberfläche bleiben, und ferner, daß Geißleröhren [§ 188] bereits in der Nähe der Pole, ohne mit diesen verbunden zu sein, aufleuchten. (TESLA's „Licht der Zukunft“.)

§ 188. **Kathoden-, Röntgen- und Becquerelstrahlen.** Geht der überaus starke Strom eines Rühmkorff durch Geißler'sche Röhren (beliebig geformte Röhren, die Luft oder ein anderes Gas in starker Verdünnung enthalten, und in die an zwei Stellen Platinelektroden eingeschmolzen sind), so entsteht kein gewöhnlicher elektrischer Funke, sondern von der Anode erstreckt sich fast durch die ganze Röhre diffuses rötliches Licht, und auch an der Kathode sieht man eine bläuliche Lichthülle, die aber nur klein ist und von dem positiven Licht durch einen dunklen Raum getrennt wird. Die Farben wechseln je nach dem Inhalte der Röhren. In den Hittorf'schen oder Crooke'schen Röhren, bei denen die Luftverdünnung maximal ist ($\frac{1}{1000000}$ einer Atmosphäre und weniger), verschwindet das Anodenlicht immer mehr, das Kathodenlicht breitet sich dagegen über die ganze Röhre aus. Diese Kathodenstrahlen, die also von der Kathode ausgesandt werden, pflanzen sich geradlinig fort; sie treffen daher die Anode nicht, wenn diese seitlich sitzt, und werfen von Körpern im Innern der Röhre Schatten. Ferner erregen sie im Glase der Röhre sowie überhaupt in nichtmetallischen Körpern Fluorescenz, besitzen starke Wärmewirkungen und können leichte Körper, z. B. ein Glimmerrädchen, bewegen. Durch einen genäherten Magneten werden sie von ihrer Richtung abgelenkt. Alle diese Erscheinungen zeigen sie indes nur innerhalb der HITTORF'schen Röhren. RÖNTGEN entdeckte nun eine neue Art von Strahlen, die sog. X-Strahlen, die auch außerhalb der Röhren ihre Wirkung entfalten und wahrscheinlich von den Kathodenstrahlen beim Auftreffen auf die Röhrenwand bezw. auf andere Körper innerhalb der Röhren, besonders Platin, erzeugt werden. Diese X-Strahlen werden von Magneten nicht ab-

*kommt
232*

*kommt
235
237
238*

*kommt
239*

gelenkt und erleiden beim Durchgang durch Prismen und Linsen keine Brechung; auch vermögen sie leichte Körper nicht zu bewegen. Am wichtigsten und interessantesten ist aber, daß sie durch eine große Zahl undurchsichtiger Körper hindurchgehen können, im allgemeinen um so besser, je geringer ihr spezifisches Gewicht ist. Die Schwermetalle sind z. B. in viel geringerem Grade durchlässig als das leichte Aluminium, die Knochen weniger als die Haut und Muskeln etc. Da nun die X-Strahlen auch photochemische Wirkungen besitzen und Fluoreszenz erzeugen, so kann man mit ihnen Gegenstände photographieren bzw. direkt sehen, die sich im Innern von undurchsichtigen, aber für X-Strahlen durchlässigen Körpern befinden, z. B. Geld in einem Portemonnaie, Knochen im tierischen Körper etc. Es entsteht dann nämlich ein Schattenbild, indem hinter den undurchlässigen Objekten, z. B. den Knochen, die photographische Platte nicht zersetzt wird, resp. der (meist mit Baryumplatinzyanür bestrichene) Fluoreszenzschirm nicht aufleuchtet. Schließlich sei noch erwähnt, daß die X-Strahlen die Fähigkeit besitzen, elektrisch geladene Körper, auf die sie treffen, zu entladen, wahrscheinlich dadurch, daß sie die Luft leitend machen bzw. ionisieren.

Die Ionisierung eines Gases besteht nämlich darin, daß durch gewisse Einflüsse (Kathoden-, Röntgen-, Becquerelstrahlen, elektrisches Licht) von den Atomen Elektronen [s. u.] abgespalten werden, die analog den Ionen bei der Elektrolyse [§ 178] „wandern“. Die negativen Ionen gehen also z. B. zu einem positiv geladenen Elektroskop und neutralisieren dessen Ladung, die Atomreste bleiben als positiver Elektronenkomplex zurück.

Über die Natur der Kathoden- und X-Strahlen ist man noch im unklaren. Von ersteren nimmt man jetzt meist an, daß sie die Bahnen kleinster materieller Teilchen vorstellen, die mit negativer Ladung von der Kathode aus mit enormer Geschwindigkeit (bis 160 000 km pro Sekunde fortgeschleudert werden. Man nennt jetzt derartige Elementarquantum der Masse, die — um ein vielfaches kleiner als die Atome — mit je einem Elementarquantum Elektrizität behaftet sind, Elektronen. Die X-Strahlen faßt man entweder als Elektronen auf, die ihre elektrische Ladung an der Antikathode oder Glaswand abgegeben haben, oder als Ätherwellen von noch kürzerer Wellenlänge als die ultravioletten Strahlen. —

Bald nach der Entdeckung der Röntgenstrahlen wurden Substanzen entdeckt, die analoge Eigenschaften zeigten und daher radioaktiv genannt wurden. Da BECQUEREL sie zuerst bei gewissen Uranverbindungen (Pechblende etc.) entdeckte, heißen sie ihm zu Ehren auch Becquerelstrahlen. Das Ehepaar CURIE isolierte als Träger der Radioaktivität zwei Stoffe (Elemente?) aus der Pechblende, die chemisch dem Wismut bzw. Baryum nahe stehen und von ihm Polonium bzw. Radium benannt wurden. Auch Thoriumpräparate u. a. Stoffe zeigen radioaktive Eigenschaften.

§ 189. **Telephon und Mikrophon.** Von den unendlich vielen auf Induktion beruhenden Apparaten ist einer der interessantesten das Telephon¹⁾ von BELL. An den beiden Orten, zwischen denen gesprochen wird, befindet sich ein Stabmagnet, der von einer Drahtrolle umgeben ist; die Drahtrollen beider Orte sind miteinander verbunden. Vor den Nordpolen n und n' (Fig. 123) der Magnete befindet

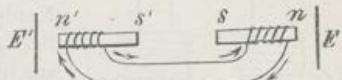


Fig. 123.

sich je ein dünnes Eisenplättchen E und E' , in denen durch Influenz auf der den Magneten zugekehrten Seite ein magnetischer Südpol entsteht. Nähert man das Eisenplättchen E dem Magneten und damit auch der geschlossenen Drahtrolle, so entsteht in dieser ein Induktionsstrom, der zum Nordpol des anderen Magneten fließt und diesen, da er entgegengesetzt wie ein Uhrzeiger geht [cf. § 180], verstärkt; das Eisenplättchen E' wird also angezogen. Entfernt man dagegen E , so wird E' abgestoßen. Beide Eisenplättchen bewegen sich also stets gleichsinnig. Wird daher gegen E gesprochen, so wird es in Schwingungen versetzt, die genau dieselben Schwingungen in E' hervorrufen; letztere werden dann als Töne vernommen. Der eine Draht kann wie beim Telegraphen durch die Erdleitung ersetzt werden. Für größere Entfernungen schaltet man ein sog. Mikrophon ein. Hier geht durch die Induktionsrolle des Magneten ein Strom, der vorher mehrere auf einem Resonanzboden stehende, mit den Spitzen sich berührende Kohlenstäbchen durchfließt. Wird gegen den Resonanzboden gesprochen, so werden durch die Erschütterung hierbei die Kohlenspitzen genähert oder entfernt; dadurch wird der Widerstand im Stromkreise geändert; es entstehen Schwankungen im Magnetismus des Telephons, und die Eisenplatte desselben gerät in entsprechende Schwingungen.

§ 190. **Elektrische Maschinen.** Da Elektrizität durch Wärme bisher nur in geringen Mengen, aus chemischen Spannkraften nur mit großen Kosten erzeugt werden kann, so war eine Herstellung im großen erst möglich, als mechanische Arbeit dazu angewandt wurde; und zwar beruhen alle derartigen Maschinen auf Induktionswirkungen. So entsteht z. B. Elektrizität dadurch, daß man vor den Polen eines Magneten ein mit Draht umwickeltes Eisenstück rotieren läßt. Dies ist das Prinzip der magnetelektrischen Rotationsmaschinen, erfunden von PILL.

Ist z. B. NS (Fig. 124) ein hufeisenförmiger Magnet (sog. Feldmagnet, da er das magnetische Feld erzeugt), ns ein ebensolches Eisenstück (sog.

¹⁾ τῆλε fern, φωνέω sprechen.

Induktor oder Anker), um dessen Schenkel zwei miteinander verbundene Drahtrollen gewickelt sind, so entstehen während einer ganzen Umdrehung

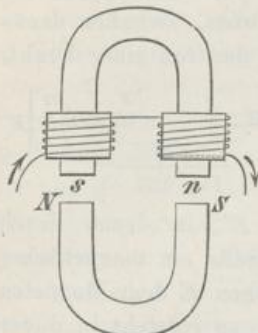


Fig. 124.

von ns in dem Drahte zwei entgegengesetzt gerichtete Ströme. Denn während einer halben Umdrehung nähert sich ja die eine Rolle dem Nordpol des Magneten, die andere dem Südpol. Bei geeigneter Wicklung des Drahtes entsteht aus den beiden Impulsen ein einziger Strom in bestimmter Richtung, die sich bei der nächsten halben Umdrehung natürlich ändern muß. Solche Maschinen liefern also Wechselströme; um ihnen gleiche Richtung zu geben, wendet man einen sog. Kommutator an. Eine derartige von STÖHRER verbesserte Maschine wird noch heute zu medizinischen Zwecken gebraucht.

Bedeutend erhöht wurde die Wirksamkeit dieser Maschinen, als WILDE an Stelle der gewöhnlichen Magnete Elektromagnete anwandte. Dann führte SIEMENS einen großen Aufschwung herbei, indem er den Induktor, dem er eine zylindrische Form gab, zwischen den ausgehöhlten Polen des Magneten rotieren ließ, so daß beide einander immer möglichst genähert bleiben, vor allem aber durch Entdeckung des Dynamoprinzips. Dasselbe besteht darin, daß man den durch Drehung des Induktors in diesem entstandenen Strom um den Hufeisenmagneten (bezw. um ein hufeisenförmiges Stück von weichem Eisen, das ja infolge des Erdmagnetismus stets eine Spur Magnetismus enthält) herum leitet und somit dessen magnetische Wirkung verstärkt. Diese erhöht wieder die Wirksamkeit des Induktionsstroms, und so setzt sich dieser Zirkulus fort bis zur magnetischen Sättigung des Eisens. Hierauf beruhen die sog. Dynamomaschinen.

Während in allen diesen Maschinen Wechselströme erzeugt werden, kann man mittels des Pacinotti'schen oder Gramme'schen Ringes durch Induktion auch Gleichströme erhalten.

Derselbe besteht aus einem Ringe von weichem Eisen, der zwischen den Polen N und S (Fig. 125) eines starken Magneten um seine eigene Achse rotiert. Um den Ring sind zahlreiche Gruppen von Drahtwindungen (in der Figur nur vier), alle nach derselben Richtung gewickelt; das Ende einer jeden ist in der Achse mit dem Anfange der nächsten leitend verbunden, indem sie an eine entsprechende Zahl von isolierten Metallstreifen angelötet sind. Dieser mittlere Teil des Apparates heißt Kollektor. Rotiert der Ring, so müssen in den Drahtwindungen der oberen Hälfte entgegengesetzte Ströme entstehen wie in den unteren. Diese entgegengesetzt gerichteten Ströme stoßen nun an den Stellen p und p' zusammen, welche somit als die Pole zweier nebeneinandergeschalteter galvanischer Elemente aufgefaßt werden können. Ebenso wie bei solchen wird auch beim GRAMME'schen Ring die Elektrizität abgeleitet, indem in Höhe von p und p' zwei Metallstücke, die

Gramme
Abb. 247

Gramme Abb.
243.
244.

sog. Bürsten, am Kollektor schleifen. Es entsteht somit ein stets gleichgerichteter Strom von b nach a .

Die durch eine solche Maschine aus mechanischer Arbeit gewonnene Stromenergie kann in einer zweiten wieder in mechanische Arbeit zurückverwandelt werden, indem sie hier elektromagnetische Wirkungen ausübt. Auf diese Weise kann also eine Kraftübertragung erzielt werden.

§ 191. **Licht und Elektrizität.**

Die Umwandlung von Elektrizität in Licht ist bei den Glühlampen, dem DAVY'schen Lichtbogen, den Teslaströmen bereits beschrieben

worden, desgleichen haben die merkwürdigen Kathoden- und X-Strahlen Erwähnung gefunden. Außerdem existieren noch viele andere Beziehungen zwischen Licht und Elektrizität. So wird z. B. die Ebene polarisierten Lichts durch Magnete und elektrische Ströme abgelenkt (FARADAY), ferner können durch Belichtung elektrische Ströme entstehen, und im Selen wird dadurch der Leitungswiderstand verringert. Bemerkenswert ist auch, daß sich die elektrostatischen Maße von den elektromagnetischen durch die sogenannte „kritische Geschwindigkeit“ unterscheiden, die mit der Lichtgeschwindigkeit identisch ist [s. Anhang]. Gestützt auf diese und andere Tatsachen und Überlegungen, hat MAXWELL eine elektromagnetische Lichttheorie aufgestellt, die immer mehr Anhänger gewinnt. Hiernach wäre die Fortpflanzung des Lichts als elektrodynamische Wellenbewegung aufzufassen, indem die einzelnen Ätherteilchen nacheinander in denselben elektrischen Zustand geraten.

§ 192. **Wellen elektrischer Kraft.** Diese MAXWELL'sche Theorie fand vor allem durch die genialen Versuche von HERTZ ihre Bestätigung, der nämlich nachwies, daß in der Tat von oszillierenden Funkenentladungen elektrische Wellen ausgehen, die ebenso wie die Lichtwellen den Gesetzen der Reflexion, Brechung, Interferenz und Polarisation folgen und auch die gleiche Fortpflanzungsgeschwindigkeit

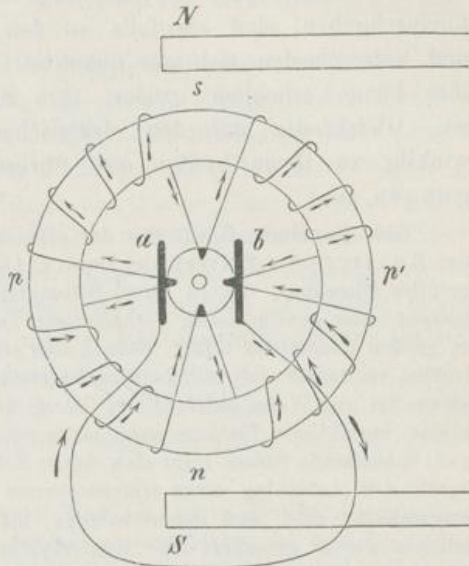


Fig. 125.

keit, nämlich ca. 300 000 km in 1 Sekunde, besitzen. Diese Wellen elektrischer Kraft, die nur durch Isolatoren, nicht durch Metalle hindurchgehen, sind ebenfalls an den Äther als Substrat gebunden und unterscheiden sich nur quantitativ von den Lichtwellen, indem ihre Länge erheblich größer, ihre Schwingungszahl also kleiner ist. Gleichzeitig mit den elektrischen Schwingungen und rechtwinklig zu ihnen breiten sich übrigens magnetische Schwingungen aus.

Zum bequemen Nachweise der elektrischen Wellen in der Luft dient der Kohärer oder Fritter von BRANLY. Es ist dies eine mit Metallspänen gefüllte Glasröhre, die in einen Stromkreis eingeschaltet wird. In diesem besteht unter gewöhnlichen Verhältnissen kein Strom, da der Kohärer einen zu großen Widerstand bildet. Sobald aber elektrische Wellen auf den Kohärer treffen, verringert sich sein Leitungswiderstand auf eine noch nicht ganz geklärte Art und Weise beträchtlich, indem die Metallteilchen (vielleicht durch kleine unsichtbare Funken zusammengeschweißt) kohärenter werden. Der nun entstehende Strom zeigt sich durch Ertönen einer elektrischen Klingel, durch den Ausschlag eines Galvanometers etc. an, die in den Stromkreis eingeschaltet sind, und dauert solange, bis der Zusammenhang der Metallteilchen wieder gelockert ist. Man erreicht dies z. B. durch Beklopfen mit der Hand; praktischer läßt man es automatisch durch den Klöppel einer elektrischen Klingel besorgen, deren Stromkreis beim Ausschlag der Galvanometernadel geschlossen wird. Schaltet man nun noch in die Leitung einen Morse-Telegraphen ein, so kann man, ohne einen Leitungsdraht zu benutzen, telegraphieren, indem je nach der Dauer der Funkenentladung Punkte bzw. Punktreihen auf der Empfangsstation entstehen. Diese Methode der Telegraphie ohne Draht, die also weiter nichts ist wie die praktische Anwendung der HERTZ'schen Versuche, wurde zuerst von MARCONI ausgebildet, der ihre Brauchbarkeit auch noch dadurch erhöhte, daß er den einen Pol (sowohl der Funkenstrecke auf der Aufgabestation wie des Kohäriers auf der Empfangsstation) zur Erde ableitete und von den beiden anderen Polen je einen (bis 50 m) langen Draht („Antenne“) senkrecht in die Luft führte. In letzter Zeit wurde ein weiterer Fortschritt dadurch erzielt, daß man die Zahl der Funkenoszillationen, und damit auch die Länge der ausgesandten elektrischen Wellen beliebig und bequem modifizieren lernte und erkannte, daß die Antennen nur dann Zweck haben, wenn ihre Länge auf die Länge der elektrischen Wellen „abgestimmt“ ist. Auf der Antenne der Aufgabestation entstehen nämlich stehende elektrische Wellen, die sich am kräftigsten in die umgebende Luft ausbreiten, wenn am Ende der Antenne gerade ein Schwingungsbauch ist (wenn also z. B. die Länge der Antenne $\frac{1}{4}$ der Wellenlänge ist). Befindet sich nun auf der Empfangsstation eine entsprechend lange Antenne, so entstehen hier beim Auftreffen der Wellen durch „Resonanz“ ebenfalls stehende Wellen und zwar um so stärker, je genauer die Abstimmung ist.

*Samuel
ab. 477*

*Leh. d. Ph.
Ab. 1142.*