

Die Elektrodynamik André Marie Ampère's

1. Biographie:

- Ampere wurde am 20. Januar 1775 in Lyon (Südfrankreich) geboren.
- Sein Vater Jean-Jacques Ampère besaß ein Haus in Lyon und einen Landsitz im 10 km entfernten Poleymiaux.
- Bis zu seinem 7. Lebensjahr lebte Ampère - abgesehen von den Sommermonaten - in der Stadt, bis sein Vater 1782 den Hauptwohnsitz der Familie aufs Land verlegte um mehr Zeit für die Erziehung und Ausbildung seines Sohnes zu haben. (Als Anhänger Russeaus gab Jean seinen Sohn niemals in eine Schule)
- Mit 13 Jahren begann Ampere die 35-bändige Enzyklopädie von Denis Diderot und Jean d'Alembert alphabetisch zu lesen und entwickelte dabei eigene mathematische Vorstellungen.
- Im gleichen Jahr versuchte er sich an der ausgeschriebenen Aufgabe eine Linie der selben Länge eines Kreisbogens zu konstruieren und schickte seine Ergebnisse an die „Académie de Lyon“ ein. Da seine Arbeit aber Infinitesimalrechnung benötigte, er sich diese Kenntnisse aber noch nicht angeeignet hatte, wurde seine Lösung verworfen und nicht publiziert.
- Daher las sich Ampère in die Differentialrechnung d'Alemberts ein und erkannte dabei, dass er noch wesentlich mehr mathematisches Handwerkszeug benötigte.
- Er nahm kurze Zeit Unterricht bei einem Mönch in Lyon, stürzte sich aber bald wieder ins Selbststudium der Arbeiten von Euler und Bernoulli und der „Mècanique analytique“ von Lagrange.
- Nach dem Sturm auf die Bastille am 14.7.1789 endete für Ampère die unbeschwerte Zeit.
- Bis Ende 1791 gelang es seinem Vater die Familie vor den Auswirkungen der franz. Revolution zu beschützen. Als dieser aber das Amt des „Justice of the Peace“ (am ehesten heute vergleichbar mit einem Oberstaatsanwalt) erhielt war es ihm nicht mehr möglich seine Familie vor Ärger zu bewahren.
- Als sich Lyon weigert den Anweisungen aus Paris Folge zu leisten, kommt es zu einer zwei wöchigen Belagerung und Eroberung der Stadt und in Folge dessen zur Hinrichtung von Ampère's Vater, der in Ausübung seines Amtes einen Jakobiner gefangen genommen und zum Tode verurteilt hatte.

- Durch diese Ereignisse wurde Ampère vollkommen aus der Bahn geworfen und beendete vorläufig sein Selbststudium.
- 18 Monate später lernte er seine erste Frau Julie kennen. Diese Liebe gab seinem Leben neuen Auftrieb.
- 1997 verlobte sich Ampère mit Julie und begann Mathematik zu unterrichten um ihren Lebensunterhalt finanzieren zu können.
- Sie heirateten 1999 und bekamen einen Sohn.
- 1802 wurde Ampère zum Professor für Physik und Chemie an der „École Centrale“ im 60 km entfernten Bourg, wo er trotz seiner Anstellung seine Forschung auf die Mathematik konzentrierte. Er veröffentlichte seine Arbeit über die mathematische Spieltheorie, die im Gespräch mit Laplace nach und nach korrigiert wurde.
- 1803 bewarb Ampère sich erfolgreich um eine Stelle an der „Lycée“ in Lyon (ein von Napoleon gegründetes Gymnasium) um wieder näher bei seiner inzwischen erkrankten Frau zu sein, die kurz darauf verstarb.
- Ampère beschließt 1804 nach Paris zu gehen, wo er als Hilfslehrer der Analysis an der „École Polytechnique“ trotz fehlender schulischer Ausbildung und anerkannter Abschlüsse angenommen wird.
- Im selben Jahr schlitterte er in eine von Lagrange und Delambre organisierte Ehe mit Jenny, aus der eine Tochter hervorgeht. Ein Jahr später wurden die beiden rechtskräftig wieder geschieden.
- 1809 wurde Ampère zum Professor ernannt, was ihm mehr Zeit für seine Forschungen ließ.
- Neben der Mathematik beschäftigte sich Ampère in der folgenden Zeit auch mit Metaphysik, Physik und Chemie und veröffentlichte mehrere Arbeiten.
 - In der Mathematik schuf er eine Klassifizierung von Differentialgleichungen, welche ihm später den entscheidenden Vorteil gegenüber Cauchy bei der Aufnahme in das Institute National des Science verschaffte.
 - In der Chemie versuchte er die chemische Affinität von Molekülen, die aus punktförmigen Atomen bestehen, aus der Geometrie von Körpern abzuleiten, was bei den Gelehrten seiner Zeit aber keinen Anklang fand
 - In der Physik arbeitete Ampère an der Theorie von Licht.
- 1814 Wurde Ampere in das "Institute National des Science" aufgenommen.
- 1815 veröffentlichte Ampère eine Abhandlung über Brechung von Licht, in der er, wie Fresnel, im Gegensatz zu Biot und Laplace, das Licht als Welle beschrieb.

- Bei seinen physikalischen Arbeiten freundete er sich mit Fresnel an, welcher von 1822 bis zu seinem Tode 1827 in Ampères Haus wohnte.
- Ende 1820 erfuhr Ampère von Oersted's Experimenten und stürzte sich unterstützt von Felix Savary etwa gleichzeitig mit Biot in die Arbeit.
- 1826 veröffentlichte Ampère **sein** Werk „Memoir on the Mathematical Theory of Electrodynamic Phenomena, Uniquely Deduced from Experience“, welches die Formulierung des elektrodynamischen Kraftgesetzes und die Beschreibung von vier Experimenten enthielt.

Maxwell schrieb dazu 1879: „*We can scarcely believe that Ampère really discovered the law of action by means of the experiments which he describes. We are led to suspect, what, indeed, he tells us himself, that he discovered the law by some process which he has not shown us, and that when he had afterwards built up a perfect demonstration he removed all traces of the scaffolding by which he had raised it.*“¹

- 1827 beendete Ampère seine forschende Karriere wegen Gesundheitsproblemen und beschäftigte sich mit Naturphilosophie.
- Am 10.6.1836 starb er an Lungenentzündung.

2. Kurzüberblick über die aktive Erforschung der Elektrodynamik in Paris

- Am 4. September 1820 berichtete Arago auf einer Akademiesitzung über die Ergebnisse einer Konferenz in Genf und erzählte dabei von Oersteds Entdeckungen.
- Nachdem diese erstmals voller Skepsis behaftet waren, wurde Arago aufgefordert die Experimente eine Woche später zu wiederholen, wobei er die Skeptiker von Oersted's Entdeckung überzeugte.
- Fasziniert von dem neuen Forschungsgebiet stürzte sich Ampère sofort in die Arbeit, während Biot, der zu diesem Zeitpunkt auf Reisen war erst etwas später die Arbeit aufnehmen konnte. Weitere Forschungsarbeiten zu diesem Thema wurden auch von Fresnel und Arago unternommen, welche jedoch keine neuen bedeutende Ergebnisse hervorbrachten, sondern lediglich die Arbeiten der anderen untermauerten.
- 1821 waren somit die wichtigsten Positionen in der Elektrodynamik von Ampère und Biot abgesteckt worden.
- Als heute noch gültige Ergebnisse dieser Zeit ist das Gesetz von Biot-Savart und das Kraft-Abstandsgesetz von Ampère zu herauszuheben.

3. Die Stimmung in Europa

¹ Vgl. Quellenverzeichnis (5)

Durch Oersted's Versuch eröffnete sich ein komplett neues Forschungsfeld in der Physik, in dem weitgehend keine eigenen Begriffe vorhanden waren. Viele unbekannte Forscher versuchten sich dies zu Nutze zu machen, um ihren Bekanntheitsgrad zu verbessern. Der daraus resultierende Forschungsdruck beschleunigte die Ergebnisse in diesem Bereich der Physik und die Resultate stellten viele alte Theorien auf die Probe wie die Laplace'sche Zentralkrafttheorie oder auch Oersted's Theorie des elektrischen Konflikts. Speziell in Frankreich wirkte sich die Brisanz dieses Themas aus und spitze sich sogar in einen Machtkampf zwischen der École Polytechnique und der Université de France zu, also in einen Kampf zwischen Ampère und Biot.

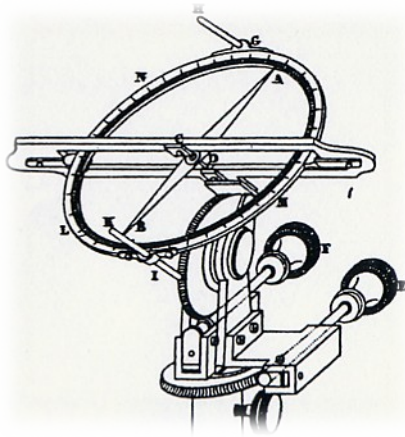
4. Ampères Forschungen zur Elektrodynamik

Nachdem Ampère zum ersten Mal auf den Akademiesitzungen von Oersted's Beobachtungen gehört hatte war sein Interesse sofort geweckt. Da er aber Professor für Mathematik war, stellte es sich als äußerst schwierig heraus an der École Polytechnique Zugang zu den Labs zu bekommen, da diese nur Professoren der Physik und der Medizin als Vorbereitungsstelle für ihre Vorlesungen zur Verfügung standen. Somit musste Ampère sich auf andere Weise behelfen und verlegte seine Forschungen an die École Medicine und in sein privates Labor, welches er auf eigene Kosten einrichten musste. Durch die Neuheit dieses Forschungsgebietes, war er auch gezwungen laufend neue Instrumente zur Messung seiner Effekte zu verwenden. Diese entwarf er in enger Zusammenarbeit mit dem Gerätebauer Nicolas Constant Pixii. Pixii trug durch seine guten Materialkenntnisse und seine Erfahrung einen wesentlichen Teil zu Ampères Erfolg bei.

Die Forschungsarbeit Ampères lässt sich am besten in zwei Phasen einteilen, die beide durch wesentliche Unterschiede in seiner Arbeitsweise bestimmt sind. Während er in den ersten drei Wochen seines Studiums bemüht war, sich einen breit gefächerten Einblick in dieses neue Gebiet zu verschaffen und seine eigenen Beschreibungen dafür entwickelte, wurden die zweiten vier Monate dadurch bestimmt, seine Theorien zu bestärken und mathematisch auszuarbeiten.

(1) Erste Arbeitsphase

- Am Anfang stand die genaue Untersuchung und Analyse des von Oersted entdeckten Effektes. Ampère kam hierbei zu dem Schluss, dass bei den Originalversuchen nicht zwischen Erdmagnetfeld und dem des Drahtes unterschieden wurde, und er entwickelte eine neue Versuchsanordnung, in der die Magnethöhle senkrecht zum Erdmagnetfeld gelagert wurde.



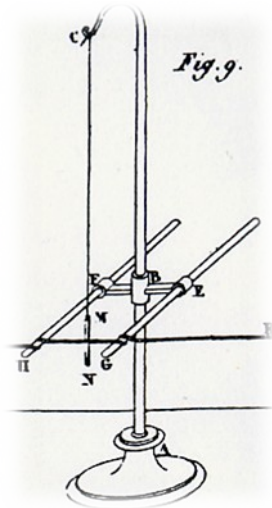
*Ampère's „Asiatische Nadel“.
Zwischen den beiden Stiften wird ein Draht gespannt, der parallel zur Drehebene der Nadel frei beweglich war. Die restlichen Elemente dienen zur Ausrichtung der Versuchsanordnung senkrecht zum Erdmagnetfeld.*

Bei der Durchführung entdeckte Ampère Störeinflüsse, die ihn zu dem Ergebnis brachten, dass der Brückendraht zwischen den Bädern auch ein Magnetfeld produziert. Dies stellte Ampère vor begriffliche Probleme. Um diese zu lösen, entwarf er ein lokales Bezugssystem indem er den Draht mit einem menschlichen Körper verglich und somit „rechts und links vom Strom“ definierte. Eine zweite Neuerung bestand darin, die Richtung von Strom zu definieren. Dazu verwendete Ampère aus der Elektrolyse gesicherte Ergebnisse und nahm als Anhaltspunkt für die „Pole“ den Draht, an dem Wasserstoff bzw. Sauerstoff abgeschieden wurde.

- Seine bisherige Terminologie machte es allerdings immer noch schwierig, die gemessenen Effekte zu beschreiben. Daher führte Ampère - aus Bequemlichkeitsgründen - den Begriff des Stromkreises ein.

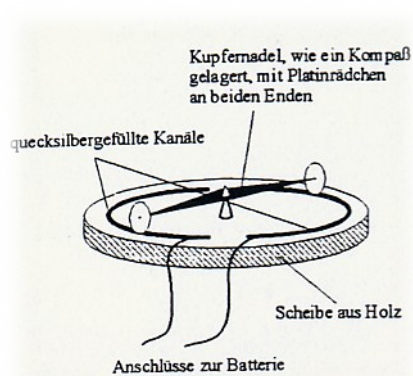


- Als einen nächsten Schritt untersuchte Ampère die von Oersted beschriebenen Effekte der Abstoßung und Anziehung eines Magneten und verifizierte diese.

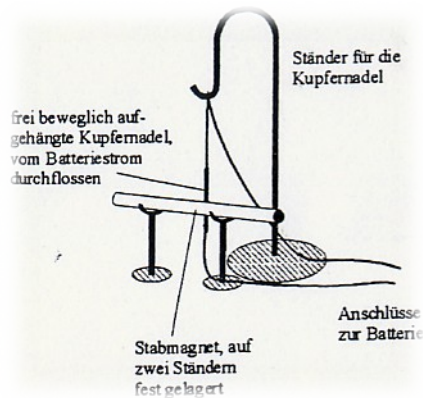


An einem zwischen zwei Querstangen gespannten Leiter hängt senkrecht dazu ein frei beweglicher Magnet. Beim Schließen des Stromkreises wird dieser in Abhängigkeit von der Polung zum Draht hin oder von ihm weg ausgelenkt.

- Nach diesen Experimenten stellte Ampère offen seine These auf, dass alle von Oersted beobachteten Effekte alleine durch zwei „allgemeine Fakten“ erklärt werden konnten, dem Ausrichtungs- und dem An-/Abstoßungseffekt und sagte voraus, dass auch viele andere Ergebnisse durch diese vorhersagbar wären.
- Nachdem Ampère seine Untersuchungen von den Oersted'schen Effekten zu seiner Zufriedenheit abgeschlossen hatte, stellte er sich der Herausforderung diese umzukehren. Er vertrat die Meinung, dass genau wie ein stromdurchflossener Leiter eine Wirkung auf einen Magneten hat, auch ein Magnet eine Wirkung auf einen stromdurchflossenen Leiter haben müsse. Um diese Reziprozität zu beweisen, führte er folgende Experimente durch:



An den drehbar gelagerten Draht wird ein Magnet herangeführt. Nachdem der Stromkreis geschlossen und der Draht durchflossen wird richtet er sich wie bei seinem reziproken Versuch aus.



Senkrecht zu einem Stabmagneten wird ein Leiter beweglich aufgehängt. Bei Stromfluss erfährt dieser wie bei seinem reziproken Versuch eine Auslenkung.

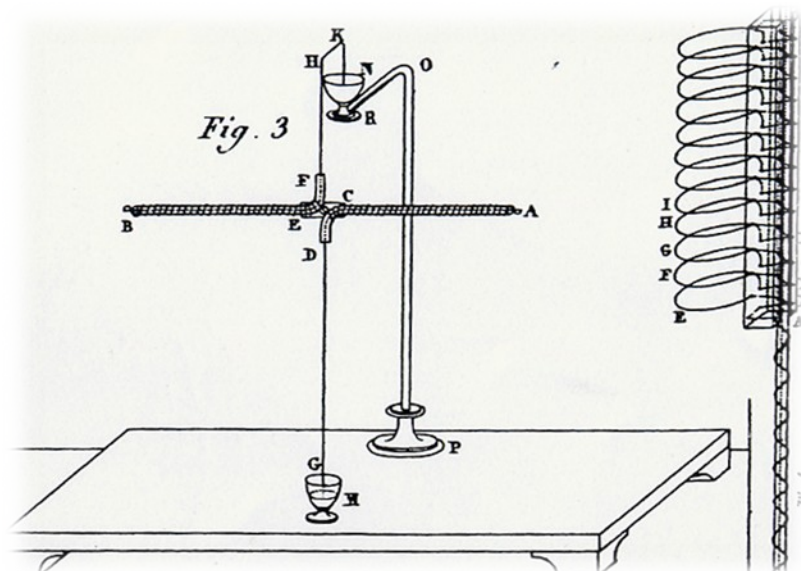
- Nachdem Ampère bisher nur magnetische Wirkungen zur Bestimmung des Ausrichtungseffektes verwendet hatte, entwickelte er eine Theorie, um die Stärke einer Batterie zu messen. Da jedoch in Genf bereits die Idee eines Galvanometers von Charles Gaspard de la Rive aufgetaucht war, machte er die Ausarbeitung eines solchen Gerätes nicht publik sondern verwendete es für sich zur Überprüfung des Ladezustands seiner voltaischen Säulen. (Später versah er es mit einer Skala und setzte es zur Bestimmung der Stromstärke im ganzen Stromkreis ein.)
- Im Zuge seiner laufenden Forschungen, begann Ampère auch eine Vorstellung über die Ursachen des Erdmagnetfeld zu entwickeln. Schließlich stellte er die Behauptung auf, dass in der Erde Kreisströme von Ost nach West fließen würden, welche das terrestrische Magnetfeld hervorrufen würden. Diese Theorie projizierte er wenig später auch auf Magneten und erklärte, dass die Ursache der magnetischen Wirkung von Metallen in kleinen internen Kreisströmen lag. Allerdings stellte ihn diese Hypothese vor experimentelle Probleme.
 - Seine Argumentation, die er bei der Erklärung von terrestrischen Strömen in Anlehnung an die verschiedenen Kontaktmetalle in der Voltasäule benutzt hatte, traf bei einem einzigen Element nicht zu.
 - Bei allen seinen bisherigen Experimenten gab es nie ein Anzeichen für eine Theorie der galvanischen Ströme in Metallen.

Somit war Ampère's einzige plausible Begründung die Tatsache, dass sich dadurch Galvanismus und Magnetismus verbinden ließen.

- Damals war es allerdings unmöglich, diese in Ampère's Theorie entstandenen Effekte nachzuweisen, da sie viel zu klein und unzugänglich waren, um gemessen werden zu können. Die Lösung für ihn war, einen Magneten makroskopisch nachzubauen, indem er die Kreisströme als langgestreckte Zylinderspulen imitierte, um mit ihnen seine Erklärungen in Experimenten plausibel zu machen. Zu diesem Zweck versuchte er seine bisherigen

Versuche zum Ausrichtungs- und Abstoßungseffekt mit den „Magnetimitaten“ durchzuführen.

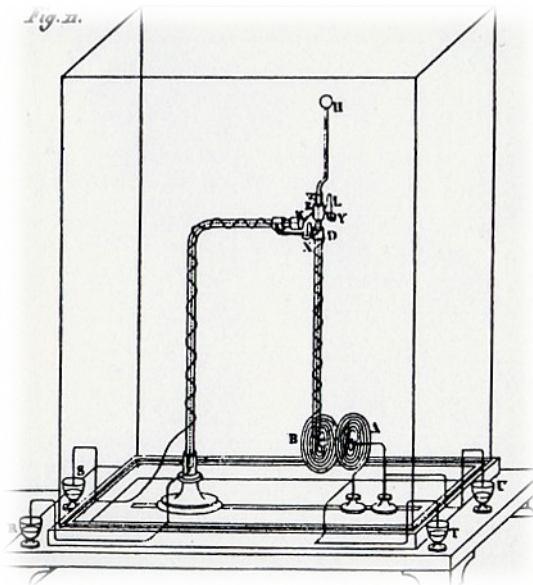
- Für den Ausrichtungseffekt verwendete er folgende Apparatur:



Um zwei Karton oder Glasstäbe werden Drähte zu einer Spule aufgewickelt und so angebracht, dass sie wie bei einer Magnetnadel in einer Linie angebracht werden. Um die unterschiedliche Polung eines Magneten zu simulieren, werden beide Seiten gegensinnig mit Strom durchflossen.

Durch diesen Versuchsaufbau gelang es ihm das beabsichtigte Ergebnis hinsichtlich eines stromdurchflossenen Drahtes zu erreichen. Hinsichtlich des Erdmagnetfeldes zeigte seine Apparatur jedoch keinen Ausschlag und Ampère vermutete, dass dies an der geringen Empfindlichkeit seiner Apparatur lag. Er konnte allerdings zu dieser Zeit keine Verbesserungen an seinem Versuch vornehmen, die eine Messung möglich gemacht hätten. Trotzdem sah er durch diese Ergebnisse seine Theorie von Kreisströmen als Ursache von Magnetismus bestärkt.

- Sein nächster Schritt war die Wirkung zweier Stromkreise aufeinander zu untersuchen.



Zwei Spulen werden zusammengebracht. Die erste Spule ist auf der Anordnung fixiert. Die zweite hingegen wird an einem Arm befestigt, der sich senkrecht zu Spule 1 bewegen kann. Um das Gewicht des Arms auszugleichen, wird in der Verlängerung ein Gegengewicht angebracht.

Obwohl die Versuchsanordnung dem zu messenden Effekt entsprach stellte sich jedoch keine Wirkung ein, was Ampère dazu veranlasste diese nochmals zu überarbeiten. Nachdem er die Empfindlichkeit der Apparatur erhöht hatte und eine der stärksten Voltasäulen in Paris für seine Anordnung gekauft hatte, stellte sich das erwartete Ergebnis der Abstoßung bei gleich- und der Anziehung bei gegensinnigem Stromfluss ein.

- Mit diesen zwei Experimenten sah Ampère schließlich seine These als bewiesen an.
- Als Ergebnis dieser Arbeitsperiode nahm er schließlich Abstand von der vorherrschenden 2-Fluid Theorie/Äthertheorie und verfasste seine „Conclusions“, die er auf der nächsten Akademiesitzung vortrug.

(2) Die Conclusions²

Die Conclusions waren eine Zusammenfassung aller Ergebnisse und Thesen, die er zu diesem Zeitpunkt erarbeitet hatte. Sie gingen partiell über das bisher bewiesene hinaus und sollten die nächsten Monate seiner Forschung bestimmen.

- I. Zwei parallele galvanische Ströme ziehen sich an, antiparallele stoßen sich ab.
- II. Daraus lässt sich ein Ausrichtungseffekt bei entsprechender Lagerung der Drähte ableiten.

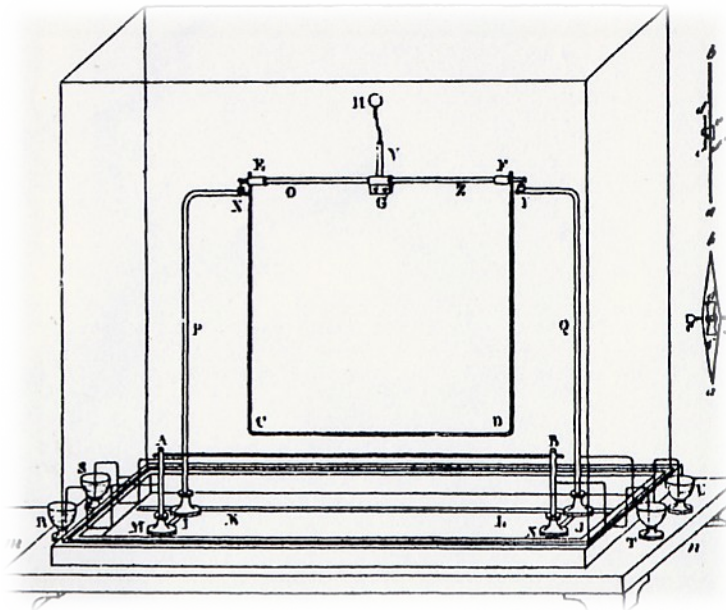
² Vgl. Quellenverzeichnis (1) S. 145/146

- III. Diese Anziehungen/Abstoßungen sind grundsätzlich verschieden von den bei gewöhnlicher Elektrizität auftretenden.
- IV. Unter der Annahme, dass ein Magnet nichts anderes ist als eine Anordnung von Kreisströmen, lassen sich alle Resultate Oersted's – über die Zwischenstufe der „allgemeinen Fakten“ – auf das Gesetz der gegenseitigen Anziehung von Strömen zurückführen.
- V. Wenn sich ein Magnet in der durch den Erdmagnetismus ausgerichteten Position befindet verlaufen, die in ihm anzunehmenden Kreisströme entgegen der scheinbaren Bewegung der Sonne.
- VI. Alle Wechselwirkungen zwischen Magneten lassen sich durch dieses Gesetz erfassen.
- VII. Dies gilt auch für den Erdmagnetismus, wenn nur im Erdkörper Kreisströme von Ost nach West in Ebenen senkrecht zur Inklinationsnadel angenommen werden.
- VIII. Es gibt keine prinzipiellen Unterschiede zwischen den beiden Polen eines Magneten; sie unterscheiden sich nur durch ihre Lage bezüglich der galvanischen Kreisströme.
- IX. Durch die Wechselwirkung zwischen den Strömen wird gezeigt, dass das elektrische Fluidum denselben Gesetzen folgt wie das magnetische. Darüber hinaus zeigen Oersted's Experimente, dass ein Strom dieselben Effekte, die er auf einen anderen Strom ausübt, auch auf einen Magneten ausübt und dass damit die beiden Fluida nicht nur denselben Gesetzen gehorchen, sondern identisch sind. Dieser Beweis ist ganz analog zu Volta's Beweis der Identität von gewöhnlicher und voltaischer Elektrizität.

(3) Zweite Arbeitsphase

Ampère's zweite Arbeitsphase war bestimmt durch die Ausarbeitung seiner in den „Conclusions“ aufgestellten Thesen, einem Gespräch mit Laplace, das ihn darin bestärkte die elektromagnetischen Effekte an geraden Leitern zu untersuchen und der stetigen Konkurrenz zu Biot, der zu dieser Zeit von seiner Reise zurückkam und ebenfalls in das Gebiet des Elektromagnetismus einstieg. Weiterhin verzichtete Ampère in seinen zukünftigen Experimenten weitgehend darauf Messungen durchzuführen, sondern versuchte mit ihnen lediglich seine Theorien zu veranschaulichen.

- Seine erste Bemühung konzentrierte sich auf den Beweis des Abstoßungseffektes zweier vom Strom durchflossener Drähte.



Die Ampère'sche Stromwaage:

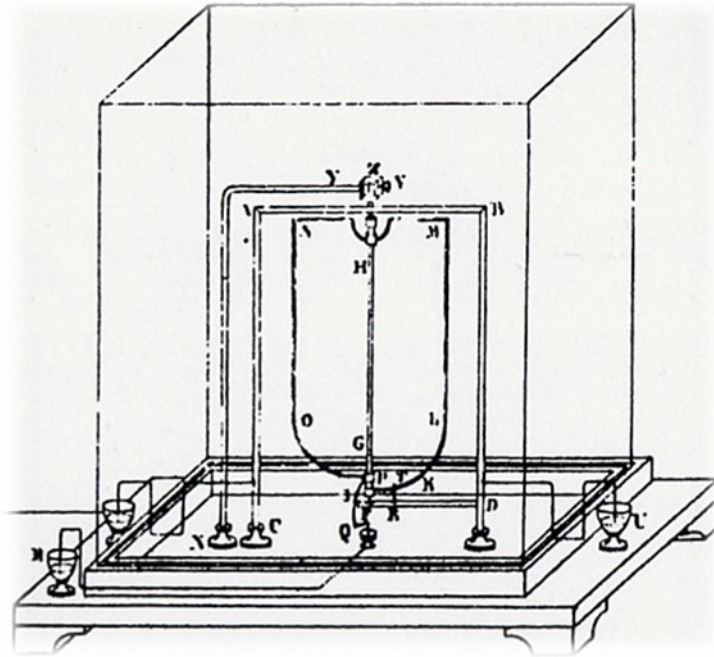
Parallel zu einem fixierten Draht liegt eine Leiterschleife, die senkrecht zu den Drahtachsen beweglich gelagert ist. Je nach der Richtung in welcher der Strom durch die Drähte fließt, wird die beweglich gelagerte Leiterschleife abgestoßen oder angezogen.

Diese Ergebnisse ermutigten ihn, seine Schlussfolgerungen und Thesen zu veröffentlichen und den als „Ampère'sche Schwimmerregel“ bekannten Merksatz zu formulieren:

„Denkt man sich in der Richtung des Stromes schwimmend derart, dass der Strom von den Füßen zum Kopf gerichtet ist, und man das Gesicht der Nadel zuwendet, so wirkt auf diese ein Drehmoment, das das nach Norden weisende Ende der Nadel – Ampère nannte es den Südpol – immer nach links ablenkt.“³

- Der nächste Schritt in Ampères Forschung bestand darin, die bisher in den „Conclusions“ veröffentlichten Effekte zu beweisen und sich daher in seine Magnetismus-Theorie weiter zu vertiefen.
- Als erstes wandte er sich nochmals den Rotationseffekten zu.

³ Vgl. Aufsatz Susanne Kiesling 1999 Quellenverzeichnis (3)

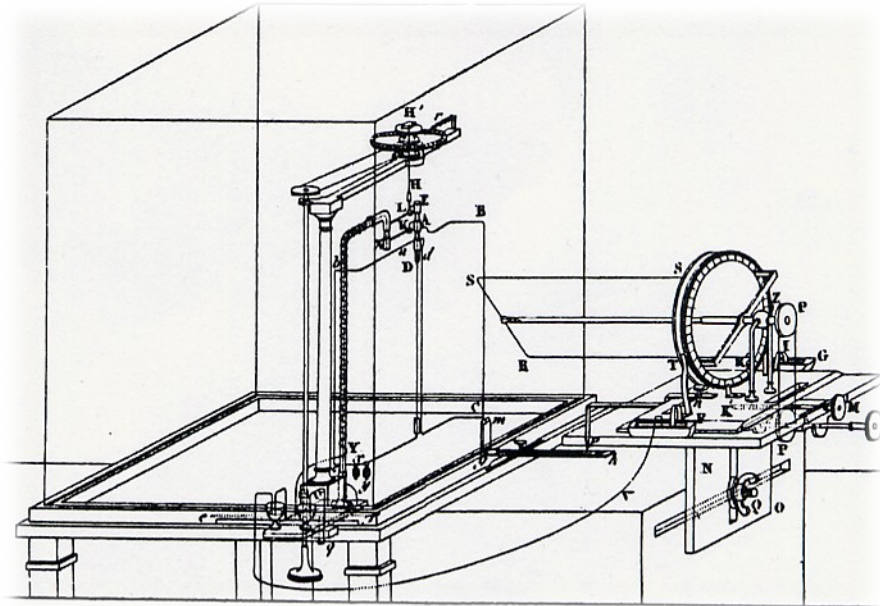


Unter einer fest fixierten Leiter wird eine horizontal drehbare Leiterschleife befestigt. fließt durch beide Leiter Strom wird der Bewegliche in Abhängigkeit der Flussrichtungen gemäß des Ausrichtungseffektes ausgelenkt.

Mit diesen Ergebnissen konnte Ampère weiter seine Thesen untermauern. Daraus resultierte sein nächster Schritt.

- **Die Entstehung Ampère's Kraftgesetzes:**

- Für ihn war in Anlehnung an Newton und Coulomb klar, dass wie alle anderen Naturgesetze auch sein Kraftgesetz eine quadratische Abhängigkeit haben musste.
- Ebenso musste dieses aus der Laplace'schen Physik heraus eine Zentralkraft sein.
- Mit diesen Voraussetzungen postulierte Ampère für sein Gesetz eine Abhängigkeit von den drei Raumwinkeln, konstruierte erste mathematische Formeln und brach damit mit dem damaligen Bild des isotropen Raumes.
- Um die Richtigkeit seiner Arbeit zu beweisen, versuchte er seine Stromwaage so zu verbessern, dass diese auswertbare Ergebnisse lieferte. Dies gelang ihm jedoch nicht.
- Um dennoch die Richtigkeit seiner Postulate zu zeigen konstruierte Ampère ein weiteres Gerät.



Senkrecht zu einem in der Ebene verschiebbaren Draht wird eine sich in einer Parallelebene drehbar gelagerte Leiterschleife angebracht. In der Mitte der Drahtschleife ist ein Torsionsfaden angebracht, der mit Hilfe eines Drehknopfes bedient werden kann. Mittels einer Skala kann somit die Torsionskraft abgelesen werden. Der restliche Mechanismus dient dazu, die Schleife in ihrer Position zu dem festen Draht zu verändern.

Wiederum in Anlehnung an Coulomb entschied sich Ampère für einen Beweis seines Gesetzes durch die Bestimmung einer Torsionskraft. Zu seinem Leidwesen war diese komplizierte Anordnung sehr fehleranfällig. Neben dem Problem der Beweglichkeit (Reibung) hatte vor allem die Leistungsfähigkeit der Batterie erheblichen Einfluss auf diese Präzessionsmessung. Um trotzdem seine Postulate verifizieren zu können, entwickelte er eine „Fehlerrechnung“ mit deren Hilfe er zufriedenstellende Resultate erhielt.

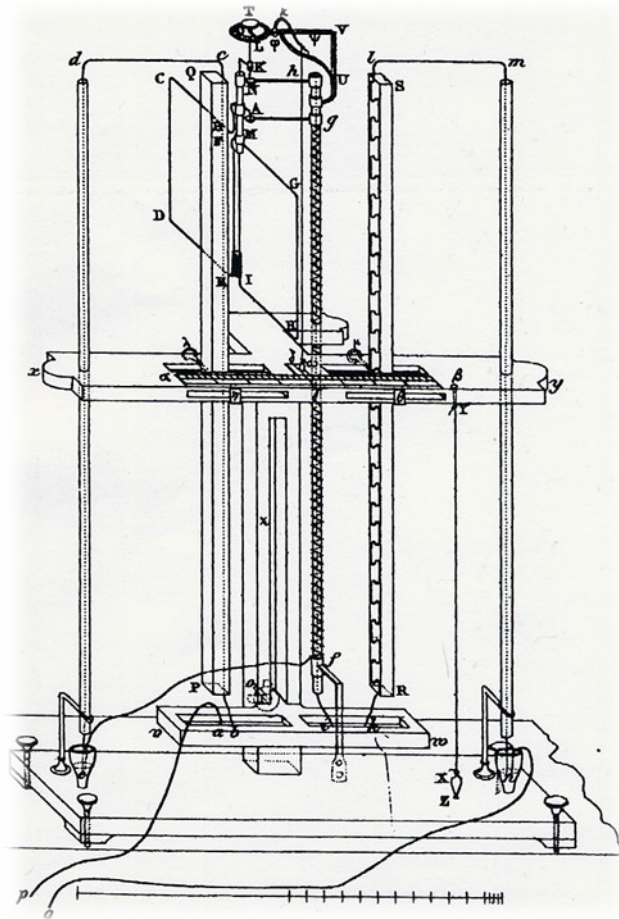
- Ein zufälliges Nebenprodukt bei diesem Experiment war der quantitative Beweis von einem Einfluss des Erdmagnetfeldes auf die drehbar gelagerte Leiterschleife, was ihm bisher noch nicht gelungen war.
- Als Biot⁴ schließlich von seiner Reise zurückgekehrt war und sich selbst in die Erforschung⁵ von Oersted's Ergebnissen stürzte, wurde Ampère, dessen Bekanntheitsgrad trotz seiner bisherigen Erfolge in der Elektrodynamik noch weit unter dem Biot's lag, gezwungen, sein Kraftgesetz möglichst schnell mathematisch korrekt fertigzustellen.

⁴ Biot war Professor für Physik an der Université de France und ein starker Verfechter des bis dato weitläufig anerkannten Laplace'schen Programms. Während seiner ganzen Forschungszeit legte er es auf eine Konfrontation und Provokation Ampère's aus, um das Gebiet der Elektrizität nach Oersted in Paris für sich zu beanspruchen.

⁵ Als Resultat Biot's sei das heute noch bekannte Biot-Savart'sche Gesetz zu erwähnen.

Zum Leidwesen Ampère's konnte er jedoch aus seinen Messungen keine Ergebnisse gewinnen, die seine Überlegungen weiter gebracht hätten. Daher versuchte er sich anders zu behelfen.

- Nach vielen Experimenten mit einer etwas veränderten Stromwaage, in denen er die Leiter durch Spulen ersetzte, konnte Ampère nachweisen, dass sich die Wirkungen zweier Stromelemente vektoriell ergänzten.
- Nach wenigen weiteren Messungen mit variablen Winkeln von Stromschleifen konstruierte er mathematisch ein dafür gültiges Additionsgesetz, aus welchen er auf analytischem Wege wiederum sein Kraftgesetz bestätigte.
- Um die Richtigkeit seines Gesetzes zu beweisen leitete er die $1/r$ Abhängigkeit für die Kraft zwischen einem unendlich langen geraden Leiter und einem infinitesimalen Stromelement aus seinem Kraftgesetz her und verwendete die von ihm völlig unabhängigen erhaltenen Ergebnisse Biot's zur Untermauerung der seinen.
- Um sein Kraftgesetz aber endgültig zu untermauern, musste Ampère sein Additionsgesetz experimentell verifizieren. Um dies zu erreichen, konstruierte er seine sogenannten Gleichgewichtsexperimente, mit denen er durch einfache „Falsch – Richtig – Ergebnisse“ seine Theorie beweisen konnte.



Ein stromdurchflossener Draht wird zwischen zwei Elemente gebracht, deren Wirkungen sich in der Theorie Ampères an dieser Stelle gegenseitig aufheben müssten.

Hier liegt der Leiter zwischen einem geraden Leiter bestimmter Länge und einer in einer Ebene gewickelten „Spule“ deren Gesamtlänge gleich der des gestreckten Drahtes ist. Beim im richtigen Sinn angelegten Strom heben sich die Effekte der in der Ebene verlaufenden Windungen auf und die „Spule“ verhält sich genau wie der gestreckte Leiter gleicher Länge.

5. Paris unter zwei Theorien

Nach dieser Zeit der Anfangsforschung im Elektromagnetismus koexistierten in Paris zwei anerkannte Theorien: Ampère's und Biot's. Während Ampère versuchte, durch seine Gesetze Biot's Experimente zu erklären, lieferten sich die beiden einen Veröffentlichungskampf um nicht von dem jeweils anderen an Bekanntheit und Bedeutung überholt zu werden. Letztendlich war es Ampère möglich durch Überprüfen und Korrigieren seiner Konstanten Biot's Experimente zu erklären und reduzierte somit die zwei Theorien zu einer.

In dieser Zeit verfeinerte Ampère auch seine Zirkularstromvorstellung in Metallen als Ursache für Magnetismus zu einer molekularen Stromzirkulation, die wir nach langer Weiterentwicklung durch andere Physiker heute als Spin kennen.

6. Ehrungen

- Als eine der Höchsten Ehrungen für einen Wissenschaftler wurde die SI Einheit der Stromstärke nach ihm benannt.

(Früher: Im Reichsgesetzblatt von 1898 wurde ein Ampere als die Stärke eines Stromes

definiert, der in einer Sekunde mittels Elektrolyse aus einer [Silbernitratlösung](#) 1,118 mg Silber abscheidet.

Heute festgelegt auf der 9. Generalkonferenz für Maß und Gewicht 1948):

Ein Ampere ist die Stärke eines zeitlich unveränderlichen elektrischen Stromes, der, durch zwei im Vakuum parallel im Abstand 1 Meter voneinander angeordnete, geradlinige, unendlich lange Leiter von vernachlässigbar kleinem, kreisförmigem Querschnitt fließend, zwischen diesen Leitern pro Meter Leiterlänge die Kraft 2×10^{-7} Newton hervorrufen würde.

- 1935 wurde der Mons Ampère ein Berg auf dem Erdmond, nach ihm benannt.
- Ampère ist der 13. von 72 auf dem Eiffelturm eingravierten Namen.

Quellenverzeichnis:

- (1) Friedrich Steinle: *Explorative Experimente, Ampère, Faraday und die Ursprünge der Elektrodynamik*. Steiner, Berlin 2005
- (2) L. Pearce Williams: *André-Marie Ampère als Physiker und Naturphilosoph*, Spektrum der Wissenschaft, März 1989, S. 114–124
- (3) http://physicbox.uni-graz.at/museum/physiker/physiker_ampere.php
- (4) <http://de.wikipedia.org/>
- (5) <http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/~history/Biographies/Ampere.html>