

Ampère teilte dann am 4. September 1826 der Akademie mit, **daß eine rotierende Scheibe auf einen Stromleiter eine Kraft ausübt.**

In Florenz und Bologna haben sich *Leopoldo Nobili* (1784 – 1835) und *Liberato Giovanni Bacelli* (1772 – 1835) mit dem Rotationsmagnetismus beschäftigt. Sie stellten 1826 fest, daß die Temperatur der Kupferscheibe auf den Effekt praktisch keinen Einfluß hat.

*Ch. N. A. Haldat* (1770 – 1852) aus Nancy konzentrierte sich 1828 auf die Raumproblematik. Er hängte die Magnetnadel in allen möglichen Richtungen in bezug auf die Scheibenebene auf, und er ließ auch die Scheibe in verschiedenen Richtungen rotieren.

Die fünfjährige, intensive Versuchstätigkeit der Physiker auf dem Gebiet des Rotationsmagnetismus führte zwar zu fast erschöpfenden experimentellen Erkenntnissen des Effekts, aber was die theoretische Deutung angeht, brachte sie praktisch keine Fortschritte. Niemand konnte den Effekt physikalisch erklären. Der Rotationsmagnetismus ließ sich mit Hilfe des Elektro-Magnetismus allein nicht erklären. Auch die Elektro-Dynamik von Ampère reichte dazu nicht aus.

Die Situation sah am Ende der zwanziger Jahren ähnlich aus, wie sie vor zehn Jahren, kurz vor Entdeckung des Elektro-Magnetismus, auch schon war: Man war von der Lösung des Rätsels nur einen kleinen Schritt entfernt, niemand wußte aber, in welcher Richtung das Ziel liegt. Nur der „Zufall“ konnte jetzt wieder helfen.

## Elektro-magnetisches Weltbild

Nach jeder grundsätzlich neuen naturwissenschaftlichen Entdeckung wird auch ein neues theoretisches Bild der Welt entworfen. In der Regel versucht man, mit dem neuen Effekt alle alten Rätsel und Geheimnisse zu erklären.

Die Erfindung der Leidener Verstärkungsflasche, des Kondensators, und die nachfolgende Deutung des Blitzes als eines elektrischen Phänomens in der Mitte des 18. Jh., hatte beispielsweise zur Folge, daß nun die ganze Welt plötzlich elektrisch wurde: das Licht aus der Schöpfungsgeschichte, die Sternchen nach dem Kopfschlag und auch das Erdbeben. Die (statische) Elektrizität war überall.

Ähnliche Folgen hatte die Entdeckung des Galvanismus und noch in größerem Maß die Entdeckung des Elektro-Magnetismus. Auch jetzt sah die Welt schlagartig anders aus.

Die Beobachtung der magnetischen Wirkung elektrischer Ströme von Oersted, 1820, brachte *André Marie Ampère* (1775 – 1836) auf die Idee, daß sich auch hinter den Kraftwirkungen der Natur- und Stahlmagneten elektrische Ströme verbergen könnten. Im Frühjahr 1822 entwickelte Ampère die **Theorie der „Molekularströme“**. Jedes einzelne Teilchen, jedes Molekül des Magneten wird von einem elektrischen Strom umkreist. Jeder Elementarmagnet (das Konzept der Elementarmagnete wurde 1640 von Castelli als erstem ausgearbeitet) entspricht also einem elementaren Elektromagneten.

Was die Kraftwirkung der Ströme selbst betrifft, so führte Ampère für sie (da es sich hier sowohl um eine Kraft als auch um eine Bewegung handelte) den Begriff „**Elektrodynamik**“ ein. Das erste Handbuch der Elektrodynamik, „Manuel d'électricité dynamique“, verfaßte schon 1823 *Jean Baptiste Firman Demonferrand* (1795 – 1844).

Über das, was der Magnetismus nun wirklich sei, konnten sich die Physiker aber auch weiter nicht einigen. Die Erklärungshypothese von Ampère wurde nicht von allen akzeptiert. Der Entdecker des elektromagnetischen Effekts, *Hans Christian Oersted* (1777 – 1851), ging von der Existenz zweier Elektrizitäten aus und nahm an, daß sich die positive und die negative Materie in entgegengesetzter Richtung schraubenförmig bewegten. Die magnetische Flüssigkeit und die elektrische Flüssigkeit seien nicht identisch. *Michael Faraday* (1791 – 1867) suchte die elektromagnetischen Erscheinungen aus einer Kreisbewegung zu erklären, in welche die magnetischen Pole um einen Stromleiter versetzt würden. Dieser Gedankengang brachte ihn 1821 auf die Idee, einen entsprechenden Rotationsapparat zu konstruieren.

Einen bedeutsamen Beitrag zur Theorie des Magnetismus leistete 1824 der Pariser Mathematiker *Denis Simeon Poisson* (1781 – 1840). Aus der Tatsache, daß die Elektrizität den Magnetismus erzeugt, könne noch nicht auf die Identität der beiden Phänomene geschlossen werden. Es sei deswegen vernünftig, weiter mit zwei magnetischen Flüssigkeiten zu rechnen. So seine Grundkonzeption. Die beiden Fluida würden durch „magnetische Linien“ voneinander getrennt. Sie bestünden aus „magnetischen Elementen, also südlichen und nördlichen Molekülen“. Man könne mathematisch beweisen, daß ein magnetisierter Körper nach außen mit einer Kraft wirkt, „als wäre dieser mit einer sehr dünnen, aus gleichen Mengen der beiden Flüssigkeiten gebildeten Schicht bedeckt, deren totale Wirkung auf die inneren Punkte gleich Null ist“.

Poissons Theorie hatte 1828 in England *Gerge Green* (1793 – 1841) weiter entwickelt. Er nannte seine Arbeit „Ein Versuch, die mathematische Analysis auf die Theorien der Elektrizität und des Magnetismus anzuwenden“.

Die Idee, im Magneten kreisten elektrische Ströme, wurde auch auf die Erdkugel angewendet. „Es würde sich gewiß jedem der einfache Gedanke unmittelbar aufdrängen, ob nicht etwa auch auf dem Erdkörper an seiner Oberfläche beständig ein electrischer Strom fließe“, sagte Ampère in bezug auf den Erdmagnetismus schon am 2. Oktober 1820. In Wien hat, unabhängig von Ampère, der Direktor des Polytechnischen Instituts, *Johann Joseph Prechtel* (1778 – 1854), am 20. Dezember 1820 die Erde zu „einer geschlossenen Voltaschen Säule, deren attractiver Effect die Erscheinungen des Magnetismus begründet“, proklamiert. „Die Erdsäule ist durch die Leitung des Wassers oder der Luft zwischen ihren beiden electrischen Polen geschlossen“, erklärte Prechtel weiter.

Für den Berliner Gelehrten *Georg Friedrich Pohl* (1788 – 1849) waren „Elektricität und Magnetismus nichts anderes als modificirte, polare Thätigkeitsformen des Che-

mismus“. Er sah die Welt, wie viele seine Zeitgenossen, eher aus der Perspektive der Elektrochemie als aus der des Elektromagnetismus.

Der große deutsche Philosoph *Georg Wilhelm Friedrich Hegel* (1770 – 1831) war z. B. auch von der „Identität von Magnetismus, Elektrizität und Chemismus“ überzeugt, wie aus seiner „Encyclopädie der philosophischen Wissenschaften“, 1830, ersichtlich ist.

Wenn wir einen Blick auf das Alter der Gründungsväter des Elektro-Magnetismus im Jahr 1820 werfen, stellen wir fest, daß es alle reife Männer zwischen dem vierzigsten und fünfzigsten Lebensjahr waren. Oersted war 43, Ampère 45, Biot 46, Schweigger 41, Davy 42, Arago, Seebeck und de la Rive 50 Jahre alt. Nicht uninteressant ist, daß, wie gleich gezeigt wird, auch Faraday die Entdeckung der elektromagnetischen Induktion in seinem 40. Lebensjahr machte und daß Sturgeon den ersten Elektromagneten konstruierte, als er 42 Jahre alt war. Rückblickend erinnern wir uns noch, daß Franklin 45 und sowohl Galvani als auch Volta über 50 Jahre alt waren, als sie ihre epochemachenden Entdeckungen erzielten.

Einen Mozart (der schon als zehnjähriger Knabe komponierte) gab es in der Physik nicht.

## Elektro-Magnete

Obwohl *Francois Arago* (1770 – 1834) schon 1820 erkannt hatte, daß eine Stromspule Eisen magnetisiert, dauerte es doch noch fünf Jahre, bis der erste brauchbare Elektro-Magnet konstruiert wurde. Die Luftspulen verhielten sich zwar grundsätzlich wie Magnete, wiesen aber ohne einen festen Eisenkern keine Tragkraft auf.

Es war der Engländer *William Sturgeon* (1783 – 1850), der 1825 **zuerst die durch Elektrizität hervorgerufenen Magnete** in Hufeisenform beschrieben hat. Den Eisenbügel mit Kupferdraht umwunden, konnte ein solcher Magnet bei Stromspeisung schwere Eisenstangen tragen; ohne Strom fiel das Gewicht augenblicklich ab. Es handelte sich um eine folgenschwere Erfindung. Denn jetzt war auch der Weg zur praktischen Anwendung des Elektro-Magnetismus frei. In Deutschland wurde 1828 der erste Elektro-Magnet in Berlin von *Georg Friedrich Pohl* (1788 – 1849) vorgeführt. Die Tragkraft lag bei etwa 5 kg.

Die ersten Elektro-Magnete von größerer Tragkraft, 65 kg, baute 1828 *Gerard Moll* (1785 – 1838) in Utrecht. Um 1830 stieg die Kraft der Magnete von Sturgeon auf 200 kg, und in Albany, USA, gelang es *Joseph Henry* (1797 – 1878) und *Ten Eyck* (1802 – 1892), elektrische Hufeisenmagnete für Lasten bis zu 500 kg herzustellen. Zum erstenmal im 19. Jh. hörte man in Europa etwas von der amerikanischen Physik.

Die Tragkraft der Elektro-Magnete übertraf nun die Kraft sowohl der größten Naturmagnete (100 kg) als auch der leistungsstärksten künstlichen Magnete (125 kg). Allerdings wirkten die Elektro-Magnete nur solange der Strom eingeschaltet war.