

3. Licht, Elektrizität und Magnetismus

3.1 Licht im 17. Jahrhundert

3.2 Geschwindigkeit des Lichts

3.3 Welle oder Teilchen

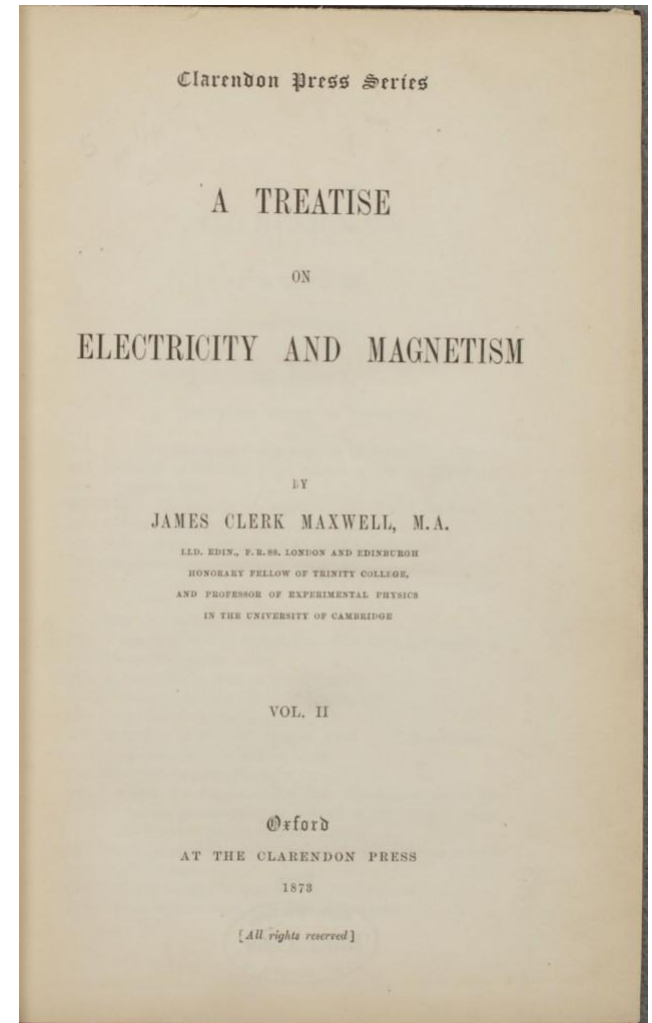
3.4 Elektrische und magnetische Phänomene

3.5 Magnetische Wirkung elektrischer Ströme

3.6 Michael Faraday

3.7 Maxwell und das elektromagnetische Feld

3.8 Elektromagnetische Wellen und die Natur des Lichts

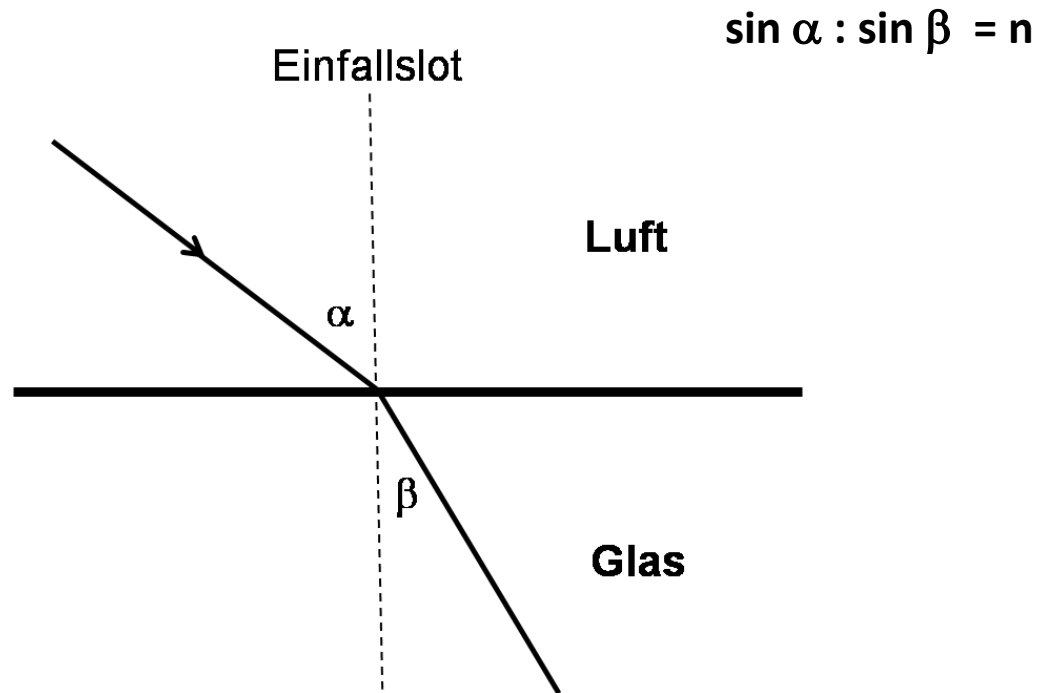


Maxwells Hauptwerk „A Treatise on Electricity and Magnetism“, Oxford 1873

Das Snelliussche Brechungsgesetz

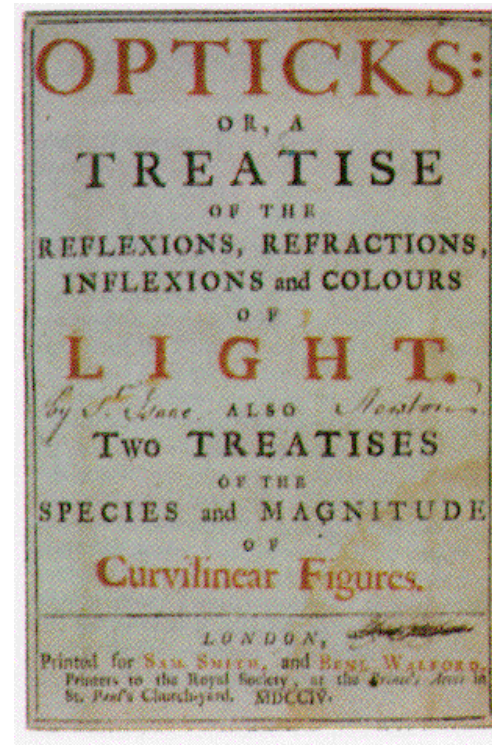


Willebrord van Roijen Snell
1580 -1626



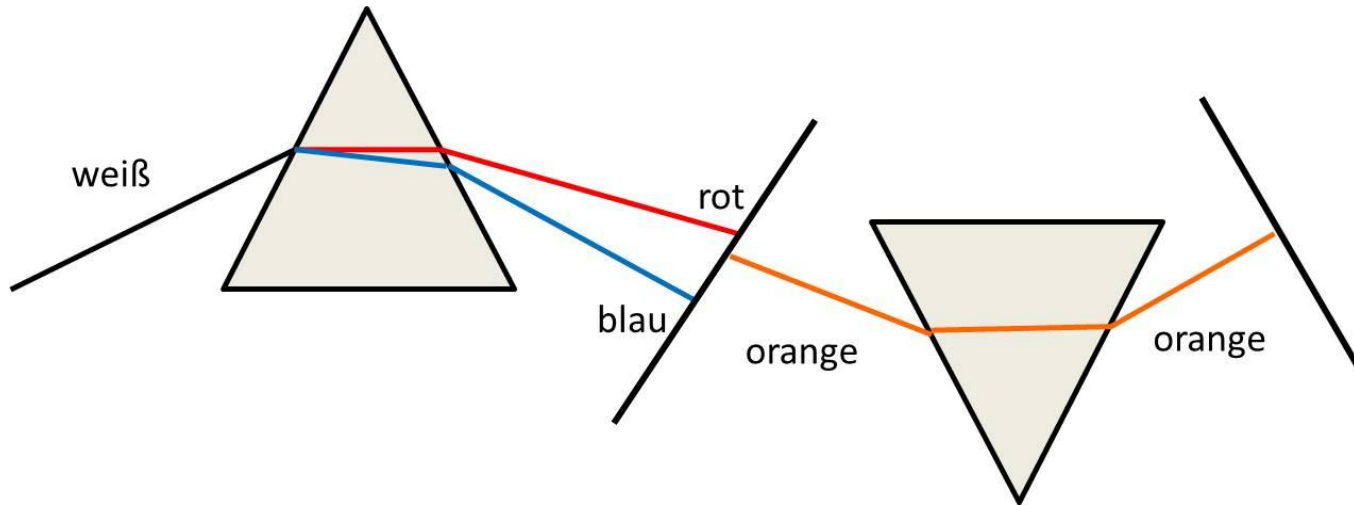
Brechung wurde schon von Ptolemäus in seinem Werk „Optik“ ohne den Sinus beschrieben. Korrekt angegeben wurde das Brechungsgesetz zum ersten Mal im 10. Jahrhundert von Ibn Sahl. 1618 wurde es von dem Holländer Snellius und fast zur gleichen Zeit von Descartes beschrieben.

Newton's Optik

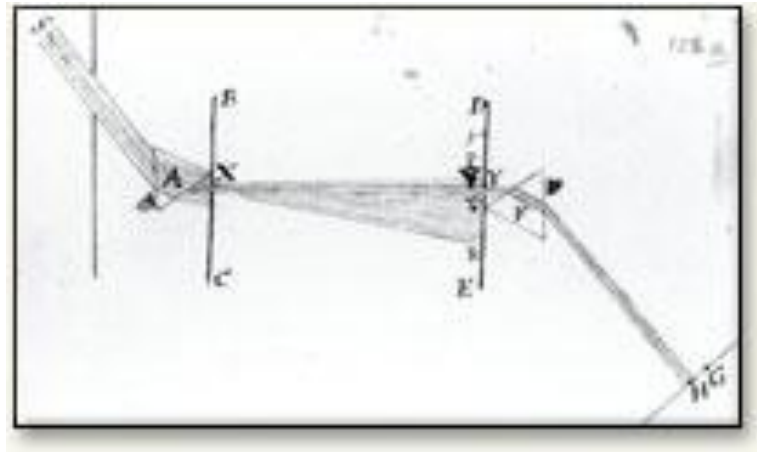


Newton bei seinen optischen Experimenten (links) und das Titelblatt seiner "Opticks" aus dem Jahre 1704

Die Zerlegung des Lichts in Farben

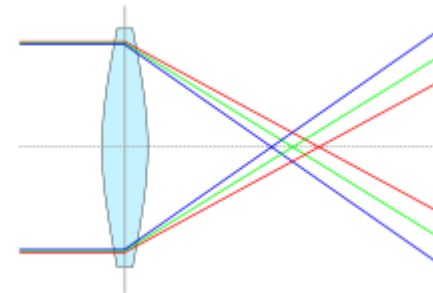


Zeichnung aus Newtons Opticks (Prismen gegenüber dem obigen Bild verdreht)

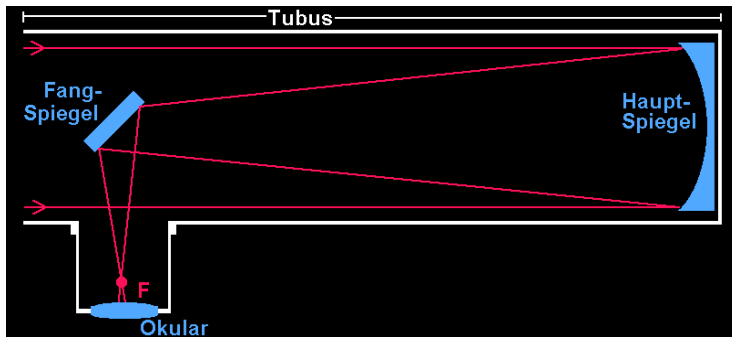




Newton's Spiegelteleskop



Chromatische Aberration bei Lichtbrechung in Linsen. Bei Reflexion tritt dieser Effekt nicht auf.



Strahlengang in einem Newtonteleskop

3. Licht, Elektrizität und Magnetismus

3.1 Licht im 17. Jahrhundert

3.2 **Geschwindigkeit des Lichts**

3.3 Welle oder Teilchen

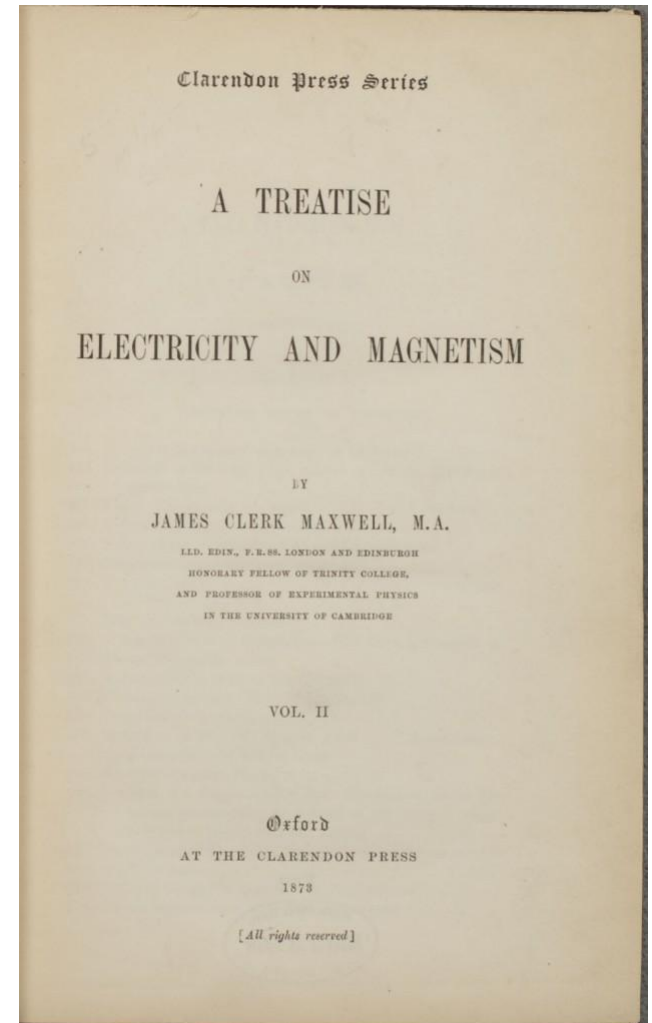
3.4 Elektrische und magnetische Phänomene

3.5 Magnetische Wirkung elektrischer Ströme

3.6 Michael Faraday

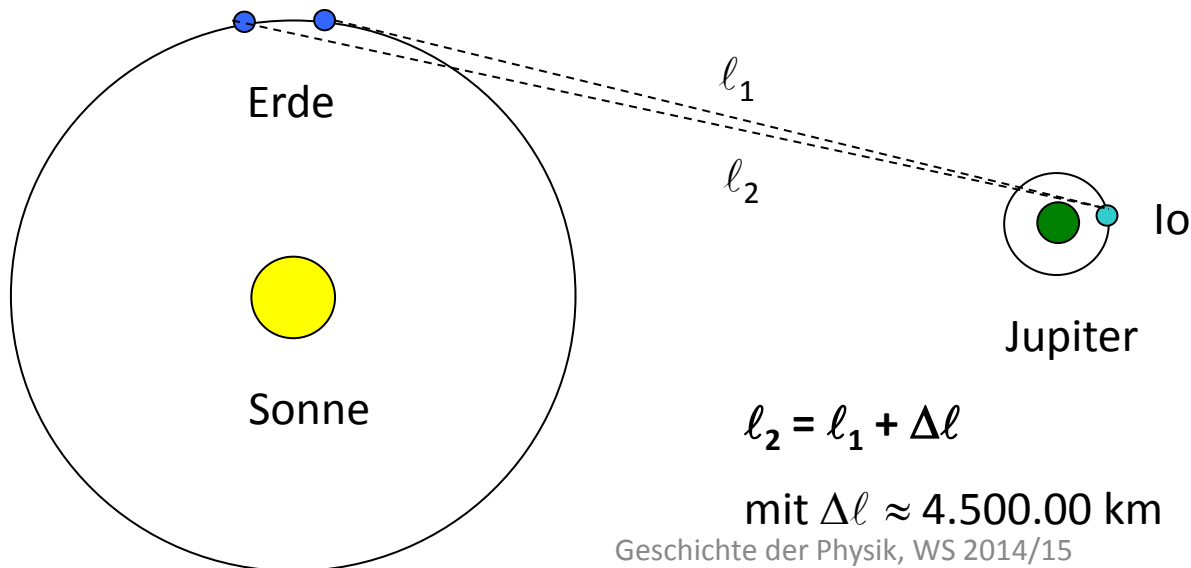
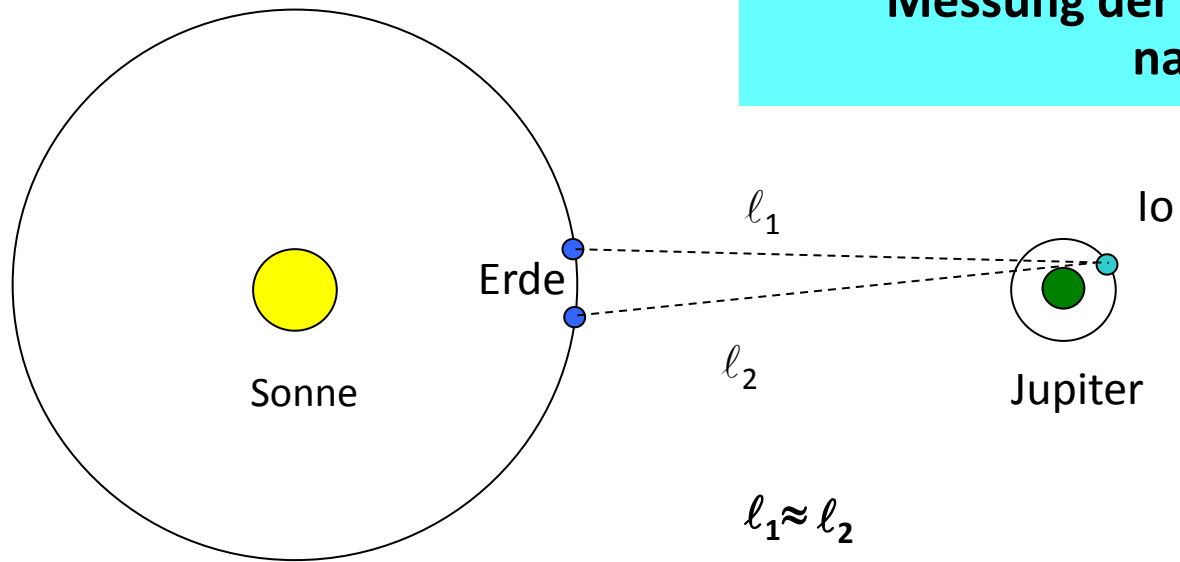
3.7 Maxwell und das elektromagnetische Feld

3.8 Elektromagnetische Wellen und die Natur des Lichts



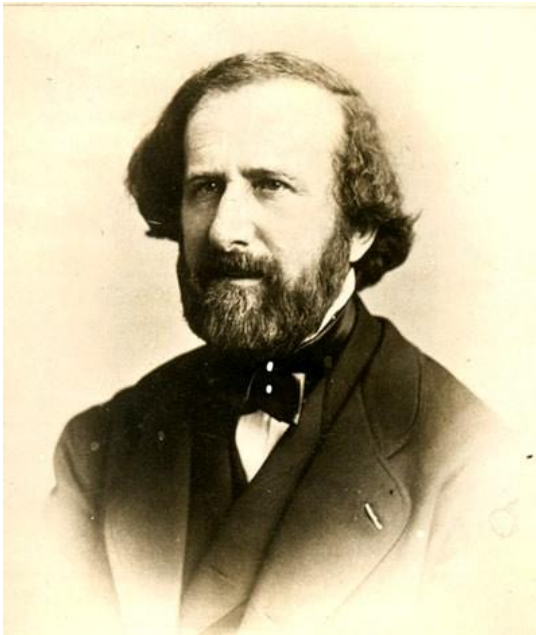
Maxwells Hauptwerk „A Treatise on Electricity and Magnetism“, Oxford 1873

Messung der Lichtgeschwindigkeit nach Römer



Olaf Römer (1644 – 1710)

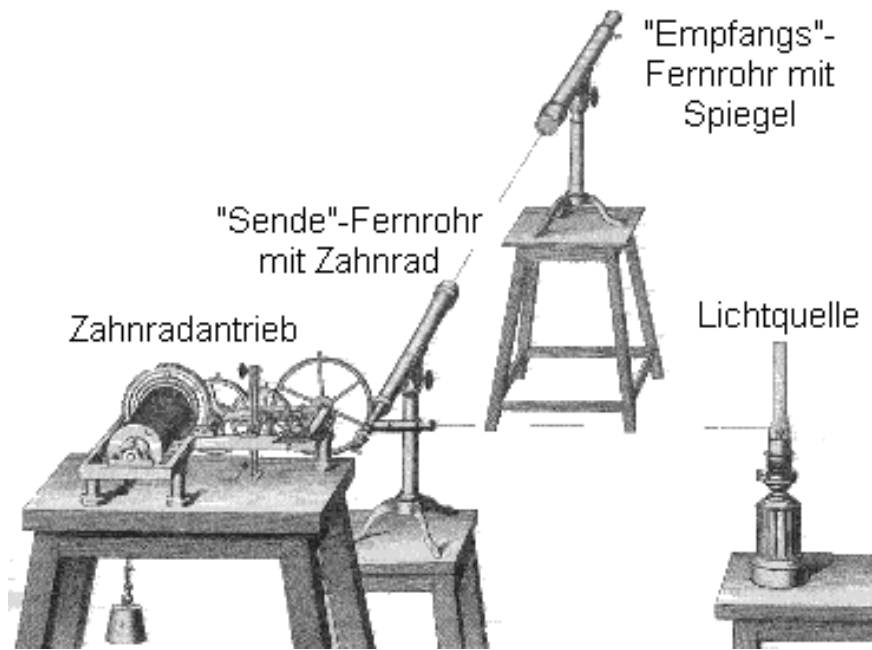
Fizeau und Foucault



Armand H. Fizeau
(1819 – 1896)

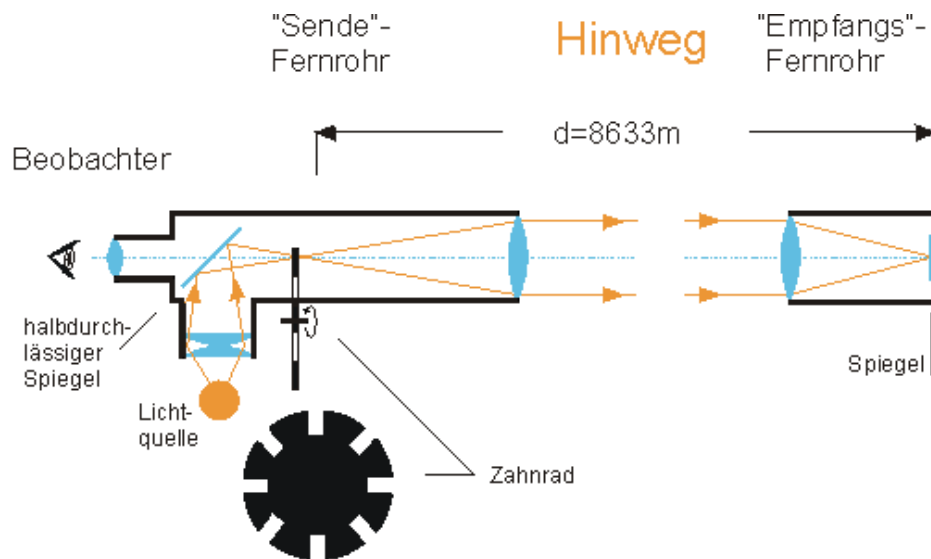


Léon Foucault
(1819 – 1868)



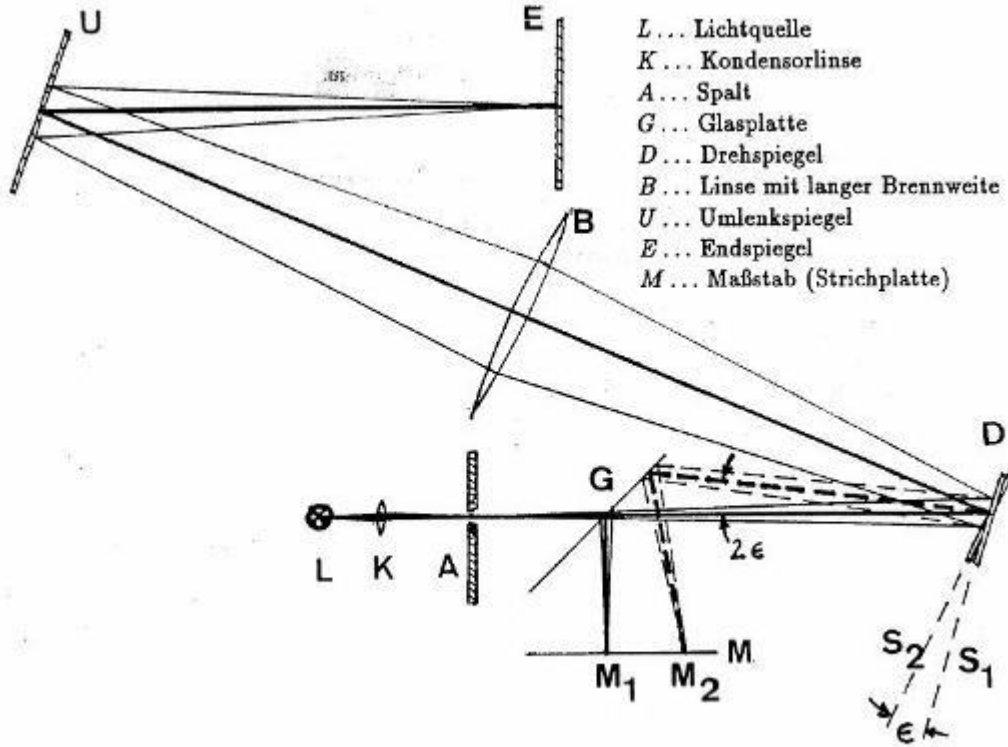
Lichtgeschwindigkeitsmessung nach Fizeau.

Oben: Originalapparatur



Unten: Schematische Darstellung

Foucaults Messung der Lichtgeschwindigkeit



Prinzip der Messapparatur

N° D'ORDRE
169.

THÈSE

PRÉSENTÉE

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES PHYSIQUES,

PAR M. LÉON FOUCAULT.

THÈSE DE PHYSIQUE. SUR LES VITESSES RELATIVES DE LA LUMIÈRE DANS L'AIR
ET DANS L'EAU.

PROPOSITIONS DE CHIMIE DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenue le 25 avril 1850 devant la Commission d'examen.

MM. DUMAS, *Président.*

DESPRETZ, } *Examinateurs.*
BALARD, }

PARIS,

BACHELIER, IMPRIMEUR-LIBRAIRE
de l'École Polytechnique et du Bureau des Longitudes,
Rue de Jussieu, 12.
1850.

Digitized by Google

Original from
HARVARD UNIVERSITY

Titelblatt der Doktorarbeit von Foucault
„Sur les vitesses relatives de la lumière
dans l'air et dans l'eau“

3. Licht, Elektrizität und Magnetismus

3.1 Licht im 17. Jahrhundert

3.2 Geschwindigkeit des Lichts

3.3 Welle oder Teilchen

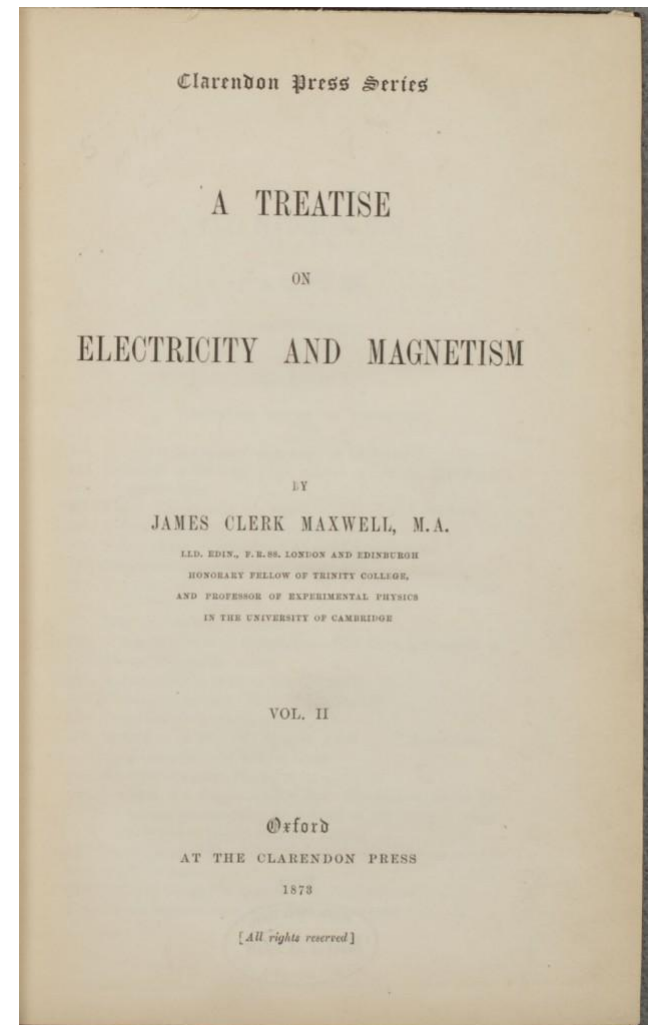
3.4 Elektrische und magnetische Phänomene

3.5 Magnetische Wirkung elektrischer Ströme

3.6 Michael Faraday

3.7 Maxwell und das elektromagnetische Feld

3.8 Elektromagnetische Wellen und die Natur des Lichts



Maxwells Hauptwerk „A Treatise on Electricity and Magnetism“, Oxford 1873

Besteht Licht aus Teilchen oder aus Wellen?

Ein langer Weg bis zur endgültigen Klärung:

17. Jahrhundert: Newton und Huygens entgegengesetzte Vorstellungen

19. Jahrhundert : Young und Fresnel. Interferenzexperimente sprechen für die Wellennatur

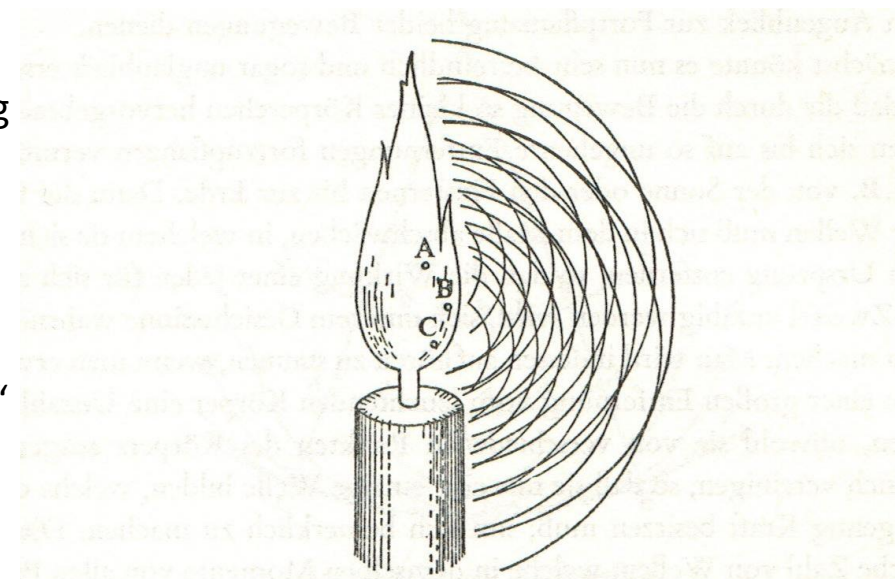
20. Jahrhundert : Planck und Einstein: Photon - Teilchen- Welle Dualismus

Wie kam Huygens auf die Wellennatur?

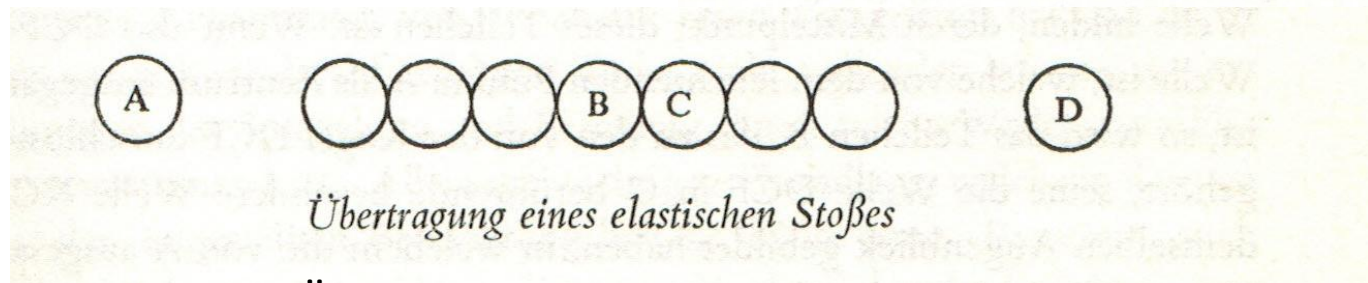
Schnelligkeit der Ausbreitung und die Durchdringung der Strahlen

Wie stellte sich Huygens die Ausbreitung des Lichtes vor?

Elementarwellen in einem Äther aus „harten Kugeln“



Von einer Kerzenflamme ausgehende Lichtwellen

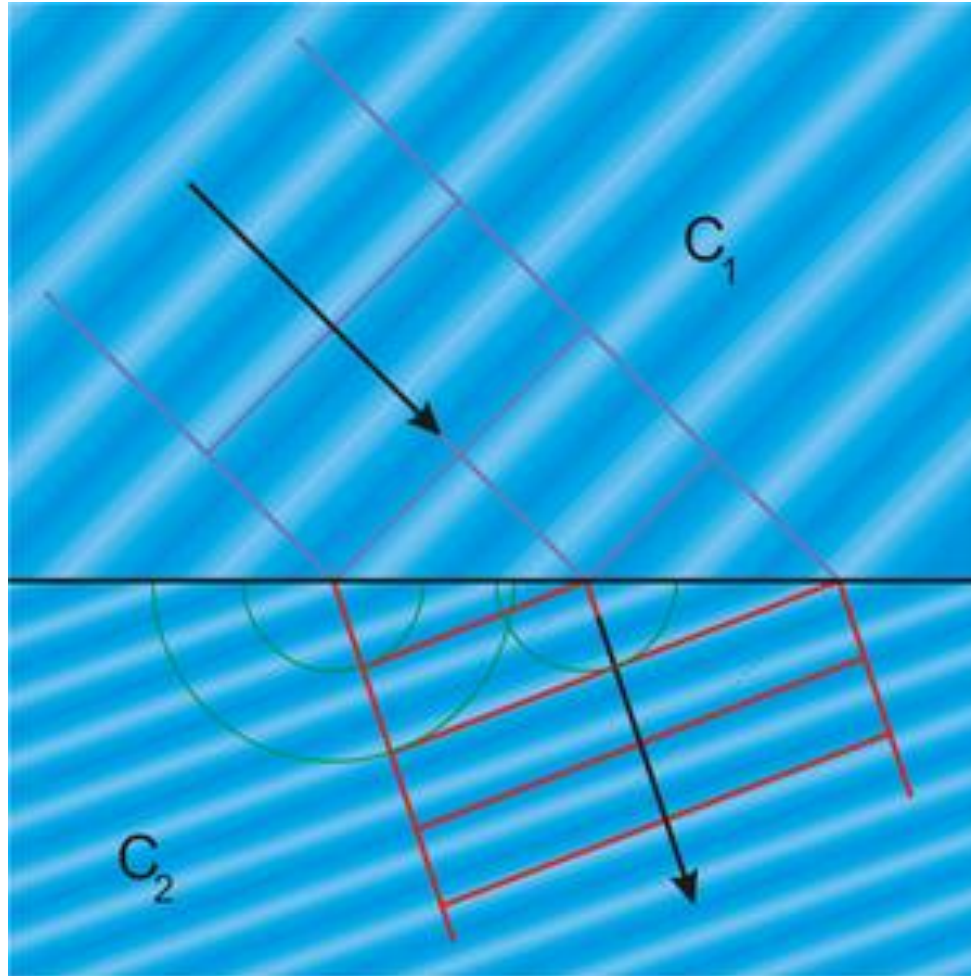


Übertragung eines elastischen Stoßes

Modell für den Äther: Dichte Packung von harten Kugeln

Aus: Huygens: Abhandlung über das Licht, Leiden 1690

Brechung im Wellenmodell

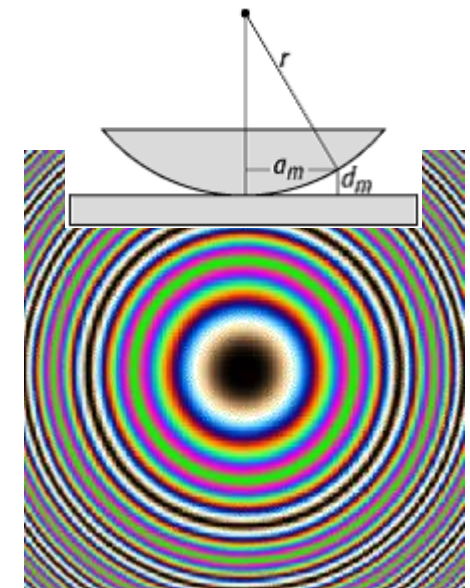
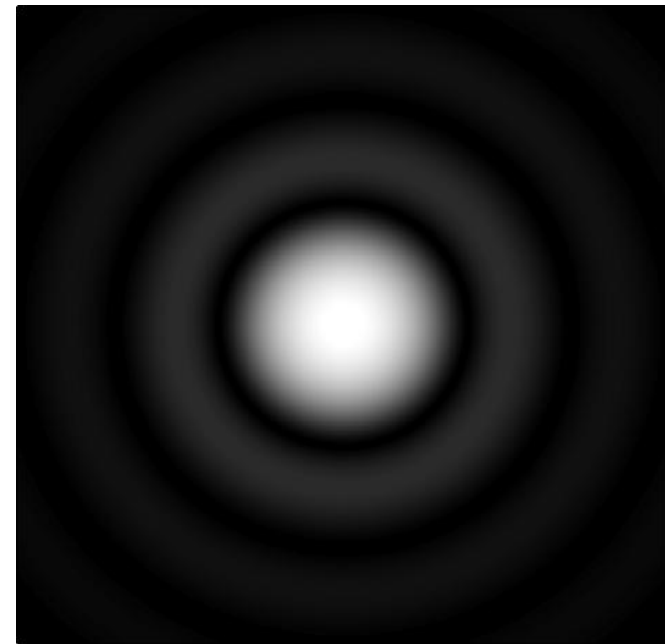


Erforschung des Lichtes nach Newton und Huygens

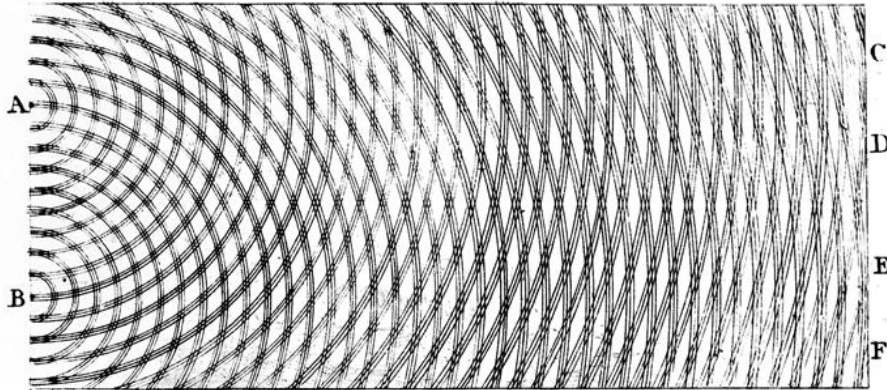
Wegen seiner größeren Autorität war auch im ganzen 18. Jahrhundert Newtons Korpuskeltheorie des Lichtes dominant.

Die erste intellektuelle Aufgabe bestand darin, diese zu hinterfragen. Das ist die Leistung des Engländers Thomas Young und des Franzosen Auguste-Jean Fresnel, wobei es Young als Engländer besonders schwer hatte. Ausgangspunkt waren wohl Beugungsphänomene.

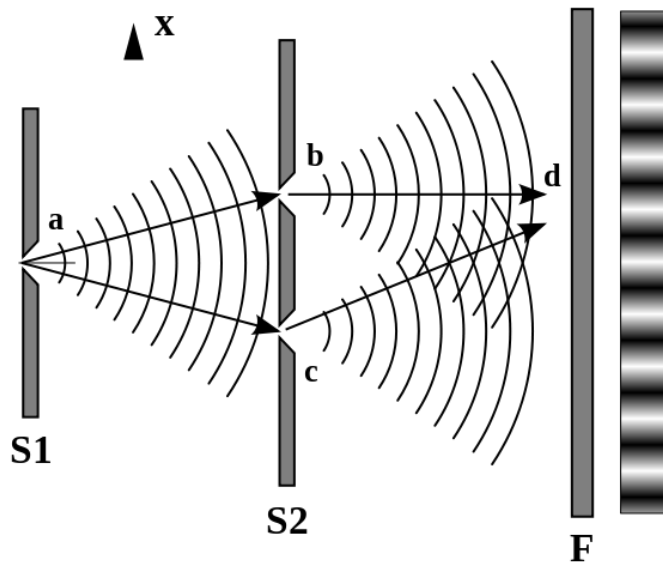
In einem zweiten Schritt konnten sie experimentelle Beweise für Beugung und Interferenz bringen. Dabei waren ja die Newtonschen Ringe (die dieser schon 1717 studiert hatte) schon ein klarer Beweis für die Wellennatur des Lichtes.



Thomas Youngs Doppelspalt-Experiment zum Nachweis der Wellennatur des Lichtes



Thomas Youngs eigene Skizze des Doppelspalt-Experiments für Wasser



"The experiments I am about to relate ... may be repeated with great ease, whenever the sun shines, and without any other apparatus than is at hand to every one." Vortrag vor der Royal Society 1803

Thomas Young (1773 – 1829)

1773 in eine Quaker Familie in Cornwall geboren, Wunderkind (beherrschte mit 14 Jahren Latein und Griechisch)

1792 Beginn des Studiums der Medizin, Promotion in Göttingen

1803 Professor an der Royal Institution, wo er auch die Interferenz Versuche zuerst an Wasser und dann an Licht machte.

1810 Arzt am St. Georges Hospital

1814 Übersetzung des demotischen Textes des Rosetta Steins. Wesentliche Vorarbeit zur Entzifferung der Hieroglyphen

Augustin-Jean Fresnel (1788 – 1827)

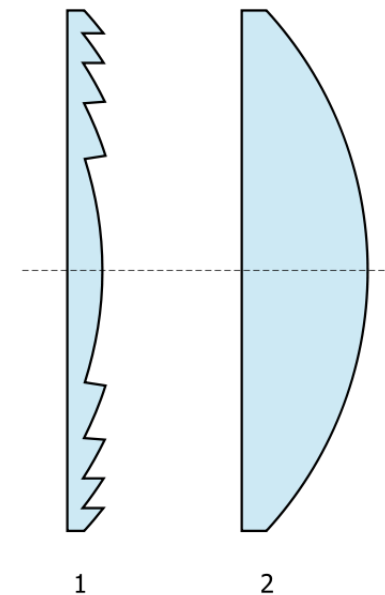
1788 als Sohn eines Architekten in Broglie (Normandie) geboren., Spätentwickler, konnte mit 9 Jahren noch nicht lesen.

1804 Studium des Ingenieurwesens des Straßenbaus an der Ecole Polytechnique Abschluss mit Auszeichnung

Anstellung im Staatsdienst

Ab 1814 beschäftigte er sich in seiner Freizeit mit Optik meist theoretisch. Er erkannte u.a. den Zusammenhang zwischen Polarisation und Transversalität des Lichts

Fresnel Linse für Leuchttürme



1

2

3. Licht, Elektrizität und Magnetismus

3.1 Licht im 17. Jahrhundert

3.2 Geschwindigkeit des Lichts

3.3 Welle oder Teilchen

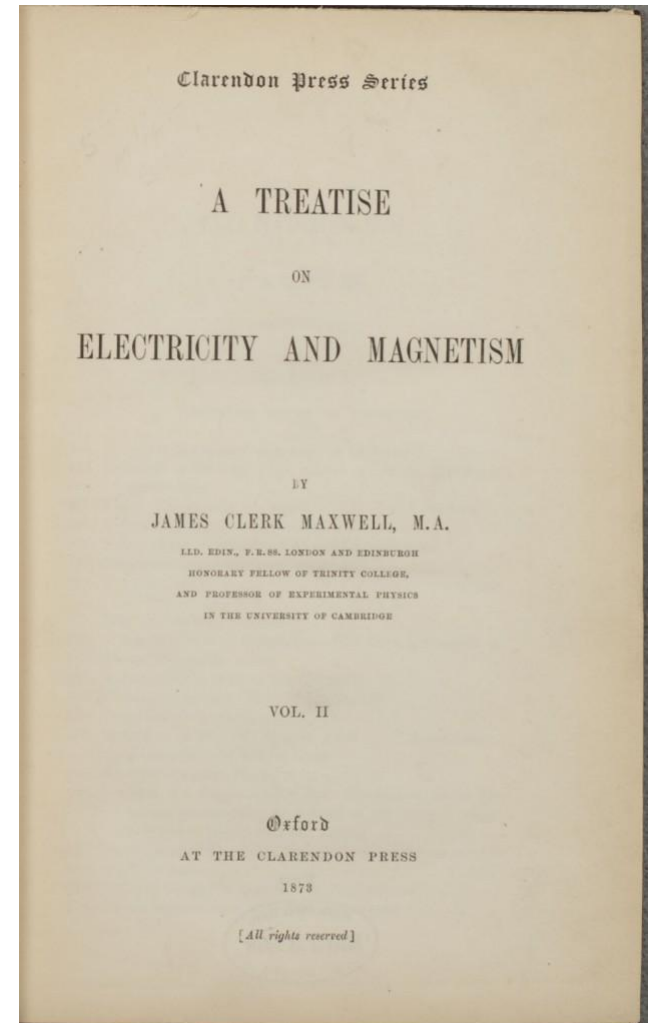
3.4 Elektrische und magnetische Phänomene

3.5 Magnetische Wirkung elektrischer Ströme

3.6 Michael Faraday

3.7 Maxwell und das elektromagnetische Feld

3.8 Elektromagnetische Wellen und die Natur des Lichts



Maxwells Hauptwerk „A Treatise on Electricity and Magnetism“, Oxford 1873

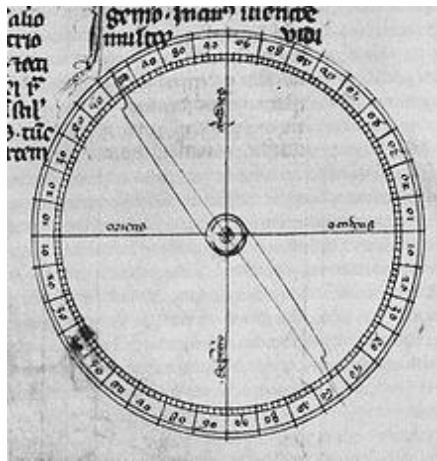
Die Entwicklung des Kompasses



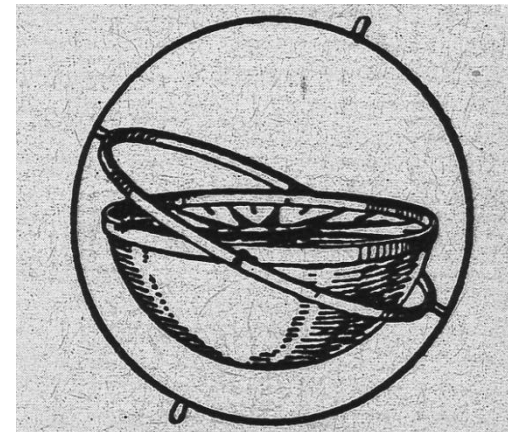
Magneteisenstein



Chinesischer Südweiser
(etwa 1. Jahrh. v. Chr.)



Trockenkompass
aus dem 13. Jahrhundert



Schiffskompass in einer
kardanischen Aufhängung

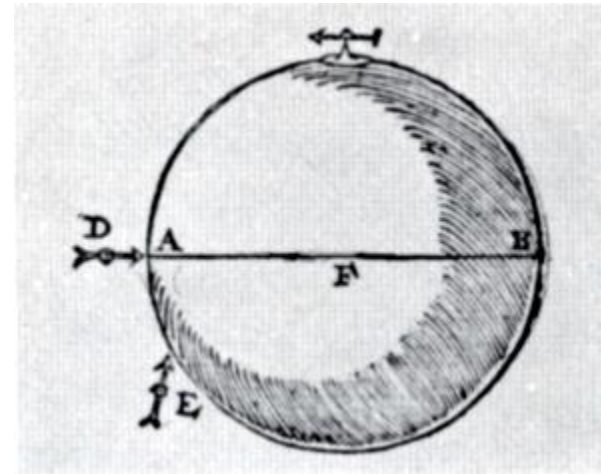
William Gilbert (1544 – 1603)



FIGURE 1.—WILLIAM GILBERT'S BOOK ON THE LOADSTONE, TITLE PAGE OF THE FIRST EDITION, FROM A COPY IN THE LIBRARY OF CONGRESS. (Photo courtesy of the Library of Congress.)



Gilberts Elektroskop



Gilberts kugelförmiger Magnet „Terrella“ zusammen mit Magnetnadeln

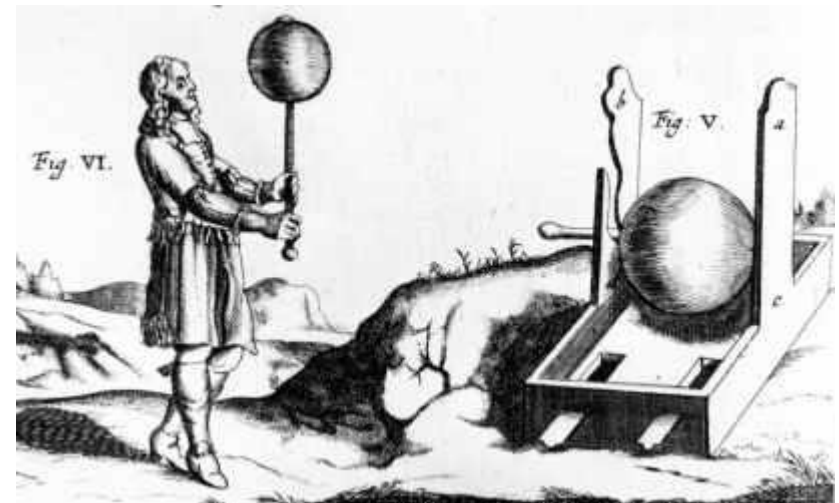
Gilbert's "De Magnete ..." ("Über den Magneten, Magnetische Körper und den großen Magneten Erde"), erschienen 1600 in London, war das erste Standardwerk über elektrische und magnetische Phänomene

Fortschritte in der Elektrostatik

- Otto von Guericke (1602 – 1686)
baute die erste Reibungselektriermaschine
- Stephen Gray (1666 – 1736)
unterschied zwischen Leitern und Nichtleitern
- Charles Dufay (1698 – 1739)
fand ca. 1735 heraus, dass es zwei Arten von Elektrizität gibt, die Glas- und die Harzelektrizität. Er zeigte, dass gleichartige Elektrizitäten sich abstoßen und verschiedenartige sich anziehen.
- E.G. von Kleist (1700 – 1748) und Petrus van Musschenbroek (1692 – 1762)
entdeckten 1745 den Kondensator.
- John Canton (1718 – 1772)
beobachtete die elektrische Influenz

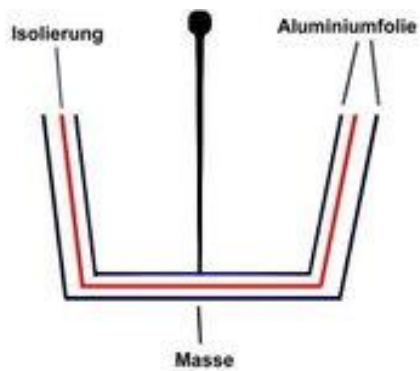
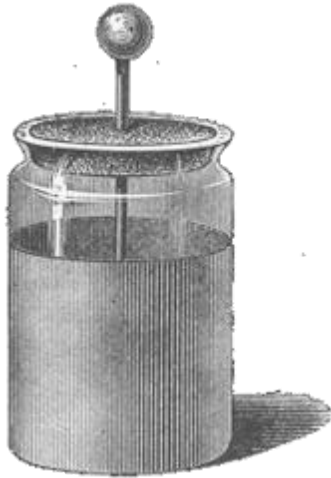


Bernstein

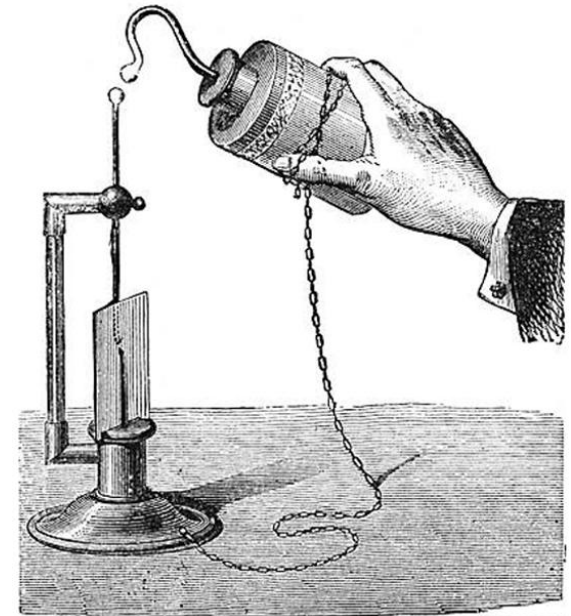


Otto von Guericke's Elektriermaschine

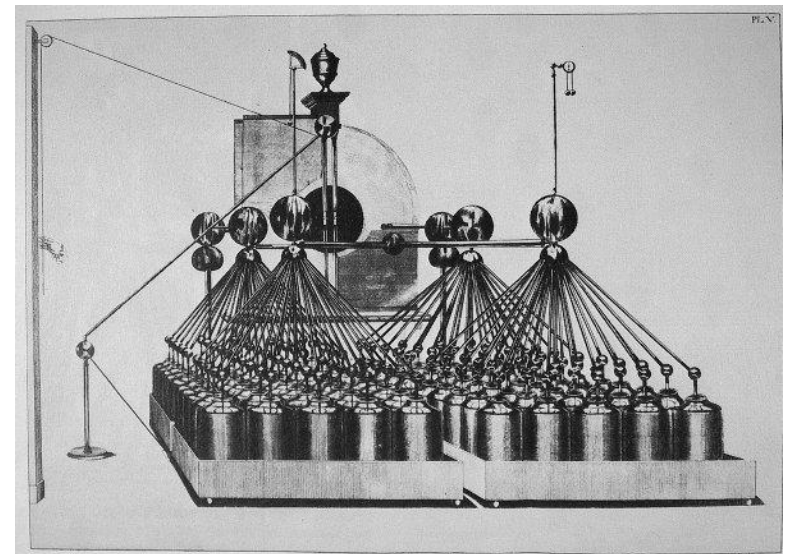
Die Kleistsche oder Leidener Flasche der erste Kondensator (1745)



Prinzipieller Aufbau

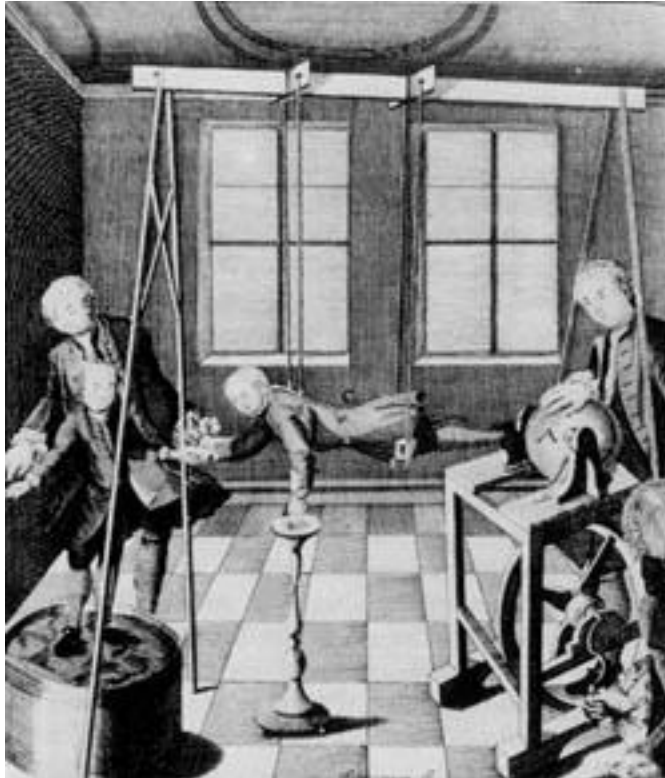


Durchbohrung einer Karte mit einer Kleistschen Flasche



Batterie von Leidener Flaschen

Elektrische Kuriositäten im Barock



Ein Knabe hängt an isolierenden Schnüren aus Rosshaar und auf einem Schemel unter ihm liegen Papierschnitzelchen und Stanniolfitter. Sobald die aufgeladene Glaskugel einer Elektrisiermaschine an die Fußsohlen des Knaben gehalten wurde, flogen diesem die Schnitzelchen an den Körper.



Zu den beliebten Vergnügungen gehörte auch der elektrische Kuss. Die elektrisierte Dame steht auf einem isolierenden Schemel, während der erwartungsvolle Herr geerdet ist.

Benjamin Franklin (1706 – 1790)



Franklin-Porträt
von Joseph-Siffred Duplessis (um 1785).

Drucker, Verleger, Schriftsteller,
Naturwissenschaftler, Erfinder und Staatsmann



„In vielerlei Hinsicht sollte er ein Repräsentant des amerikanischen Ideals und für Europa die Stimme Amerikas werden.“

Emilio Segré

Einige Daten der Geschichte Amerikas

- 1620 Mit der Mayflower landen die Pilgerväter in Cape Cod
- 1630 Gründung von Boston
- 1636 Gründung der Harvard Universität, der ältesten in den USA
- 1773 Boston Tea Party; Beginn des Unabhängigkeitskampfes der Kolonien gegen das britische Mutterland
- 1776 Unabhängigkeitserklärung der 13 vereinigten Staaten, Erklärung der Menschenrechte
Beginn des Amerikanischen Unabhängigkeitskrieges
- 1783 Friede von Versailles, Anerkennung der amerikanischen Unabhängigkeit
- 1789 George Washington erster Präsident der USA

Benjamin Franklin (1706 – 1790)

- 1706 Geboren in Boston, MA
- 1718 Beginn einer Druckerlehre bei seinem Bruder, die er in Philadelphia und London weiterführte.
- 1728 Eröffnung seiner ersten eigenen Druckerei in Philadelphia, bald Alleinbesitzer und Herausgeber der Pennsylvania Gazette
- 1736 Gründung der Freiwilligen Feuerwehr in Philadelphia
- 1747 Erste Aufzeichnungen von Elektrizitätsexperimenten
- 1748 Verkauf der Druckerei, Rückzug aus der Arbeit
- 1752 Berühmtes Drachenexperiment
- 1776 Unterzeichnung der Unabhängigkeitserklärung, anschließend 9 Jahre Gesandter in Paris
- 1785 Rückkehr nach Philadelphia, Mitglied der verfassunggebenden Versammlung
- 1787 Präsident der Gesellschaft zur Abschaffung der Sklaverei in Pennsylvania
- 1790 Tod im Alter von 84 Jahren

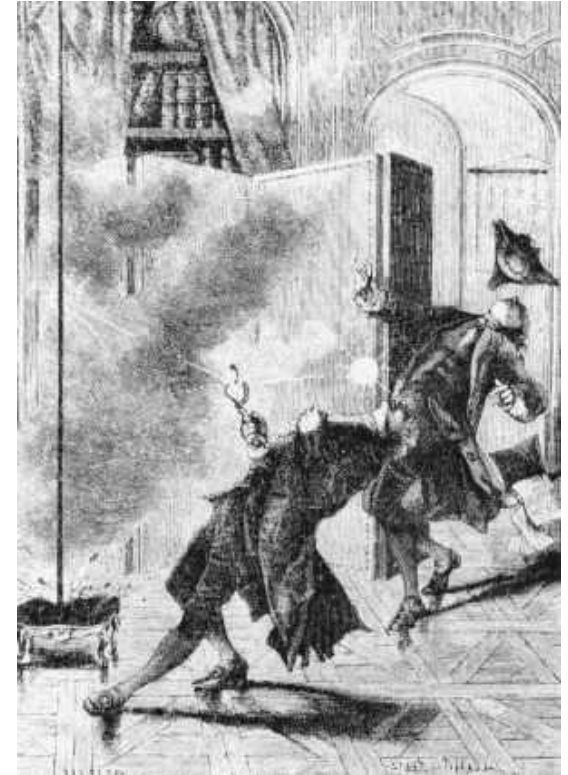
Experimente mit Gewitterelektrizität



Drachenexperiment von B. Franklin



Regenschirm mit Blitzableiter



Tod des Physikers
Georg Wilhelm Richmann
in St. Petersburg (1753)

Um 1770 bekannte Phänomene der Elektrizitätslehre

- Existenz von Leitern und Nichtleitern der Elektrizität
- Es gibt zwei verschiedene Arten von Elektrizität, positive und negative.
- Ladungserhaltung: Die Summe aus positiven und negativen Ladungen ist konstant.
- Zwischen Ladungen treten anziehende und abstoßende Kräfte auf.

Charles Auguste de Coulomb (1736 – 1806)

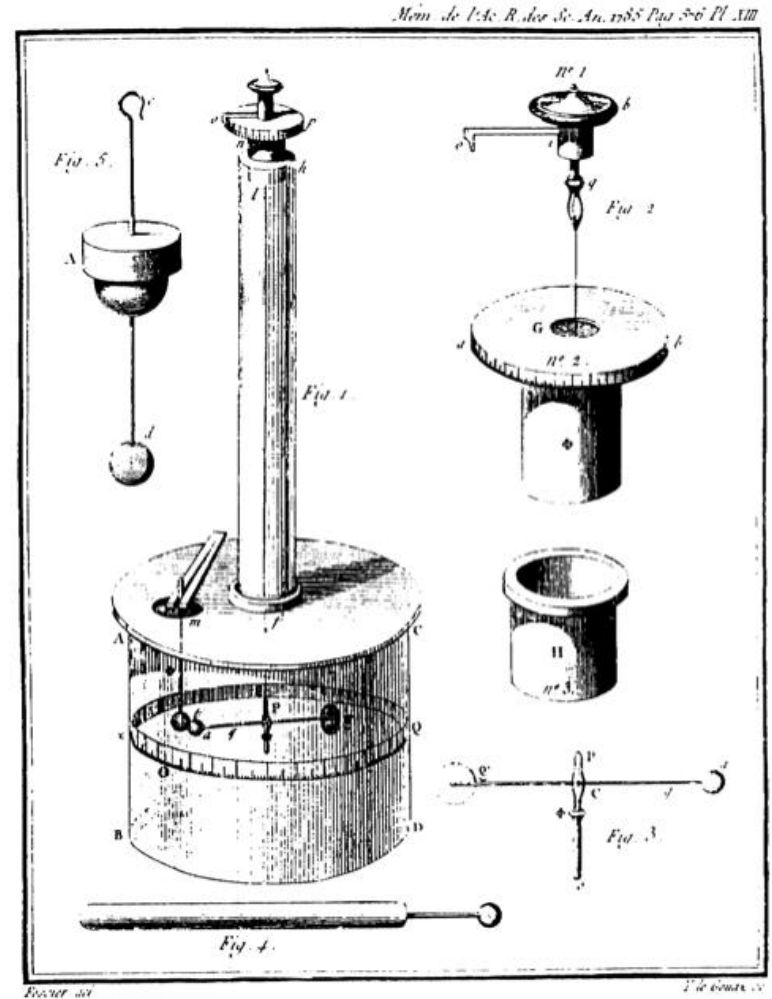


- 1736 Geboren in Angoulême im Südwesten Frankreichs
Besuch des Collège Mazarin in Paris, u.a. Studien in Mathematik und Naturwissenschaften
- 1760 Beginn seiner 20 Jahre andauernden Ingenieurstätigkeit im Corps du Génie,
Arbeiten über angewandte Mechanik, Studium der Reibung
- 1781 Anstellung bei der Académie des Sciences in Paris
- 1785 Beginn seiner Arbeiten zu Elektrizität und Magnetismus
Entdeckung des nach ihm benannten Gesetzes
- 1806 Tod in Paris

Torsionsdrehwaagen zur Bestimmung kleiner Kräfte



Moderner Aufbau
zur Bestimmung des Coulombgesetzes



Coulombs Torsionsdrehwaage aus dem Jahre 1785

3. Licht, Elektrizität und Magnetismus

3.1 Licht im 17. Jahrhundert

3.2 Geschwindigkeit des Lichts

3.3 Welle oder Teilchen

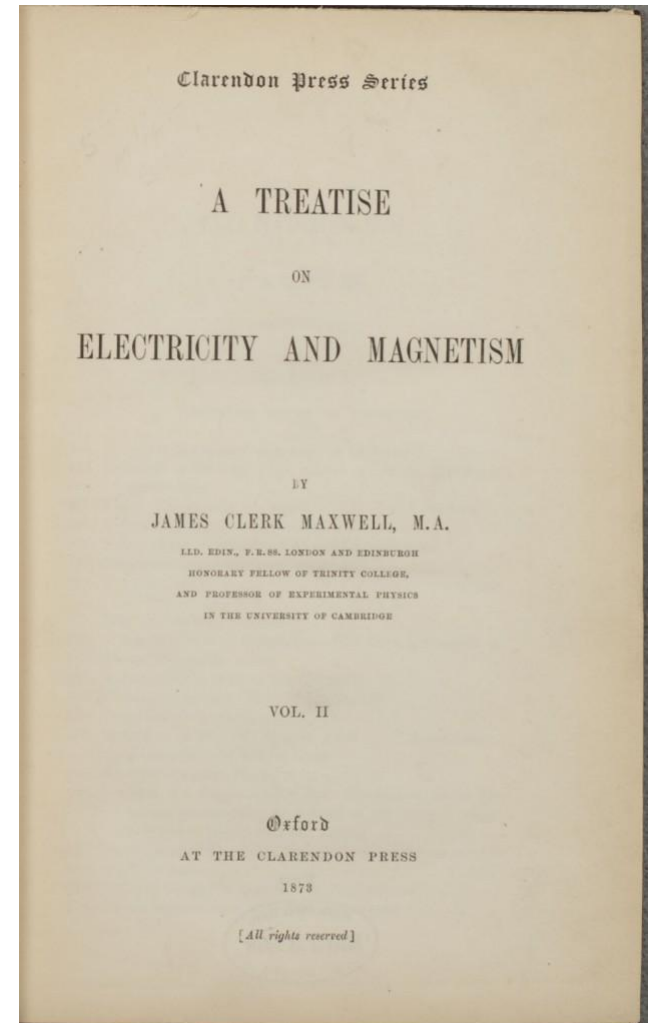
3.4 Elektrische und magnetische Phänomene

3.5 Magnetische Wirkung elektrischer Ströme

3.6 Michael Faraday

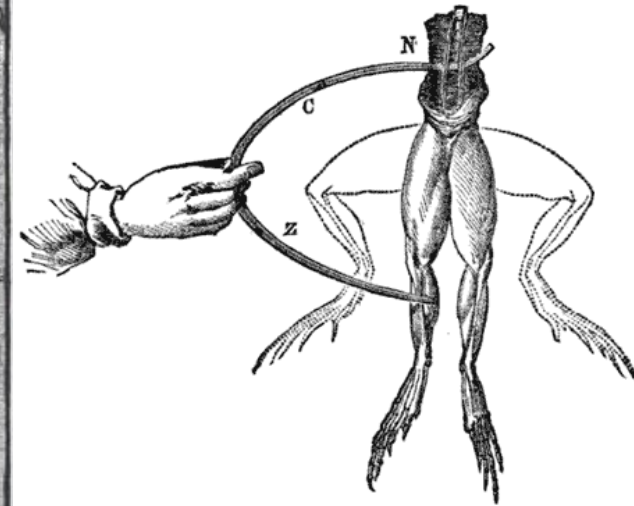
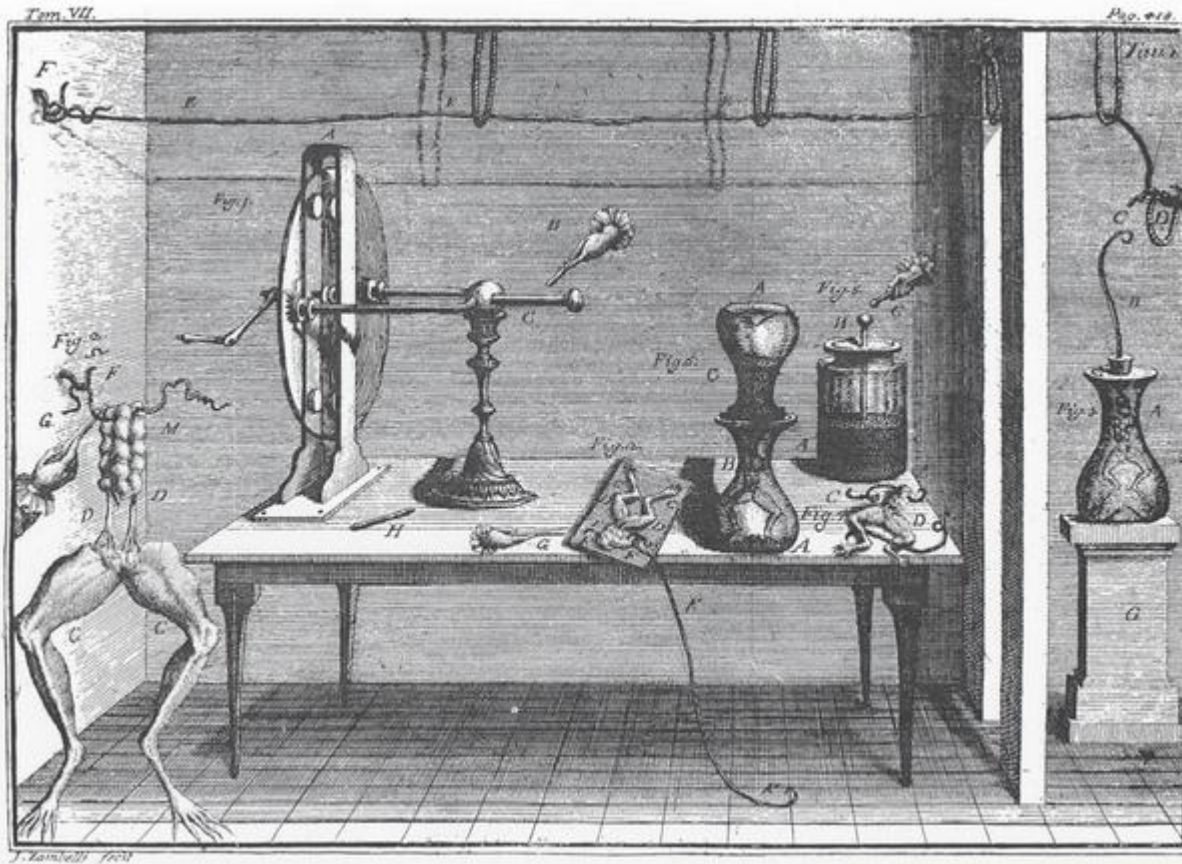
3.7 Maxwell und das elektromagnetische Feld

3.8 Elektromagnetische Wellen und die Natur des Lichts



Maxwells Hauptwerk „A Treatise on Electricity and Magnetism“, Oxford 1873

Luigi Galvani (1737 – 1798), ital. Arzt und Anatom, Professor in Bologna



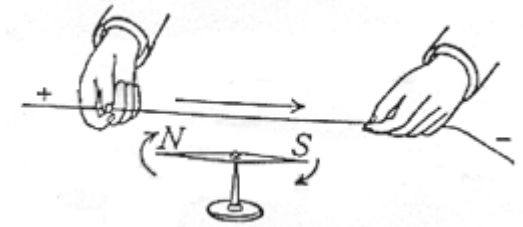
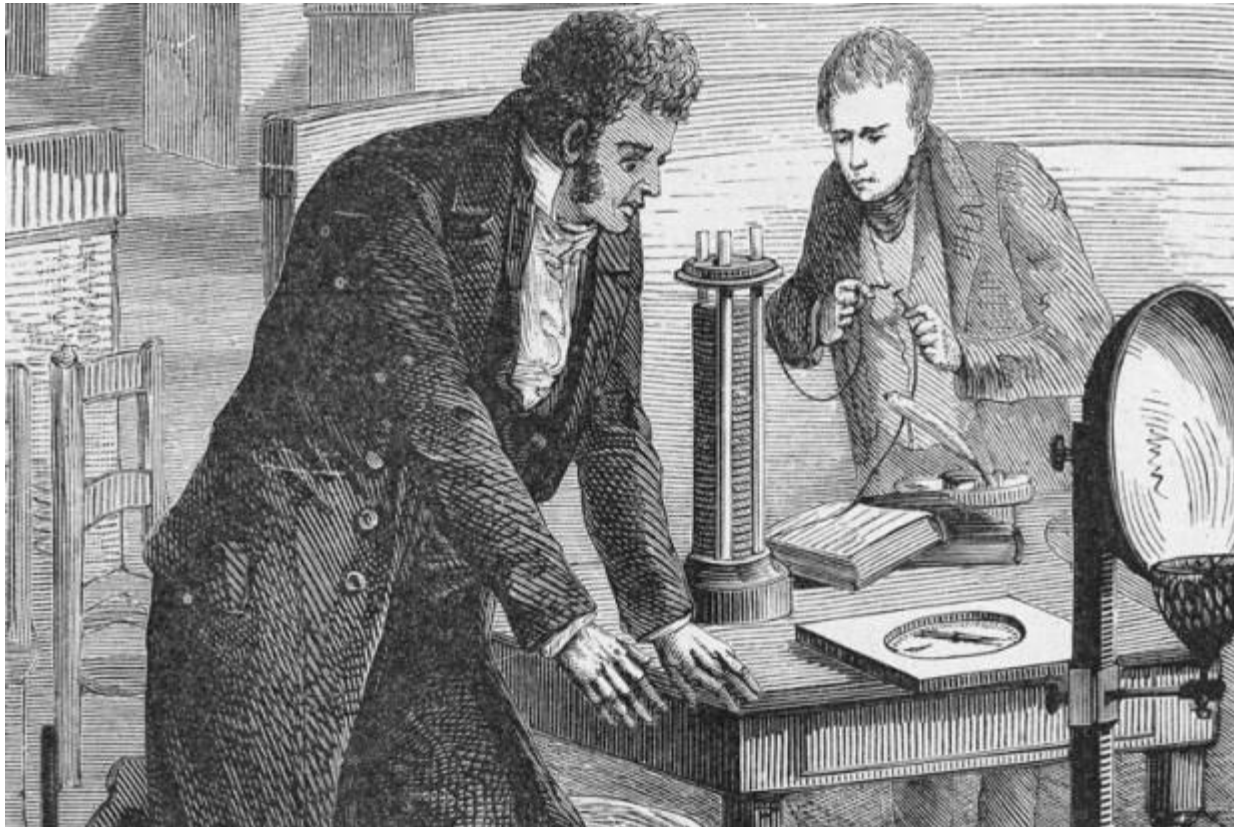
Schema des Versuchs mit Froschschenkeln.

Blick in Galvanis Laboratorium (aus der Originalveröffentlichung)



Volta führt seine Säule dem Napoleon Bonaparte vor.
Als Anerkennung für seine Erfindung verleiht er Volta eine Rente.

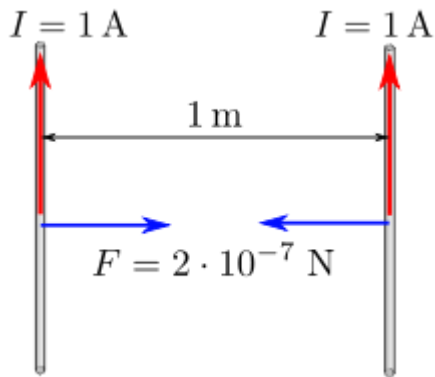
Hans-Christian Oersted (1777 – 1851) Professor für Physik in Kopenhagen



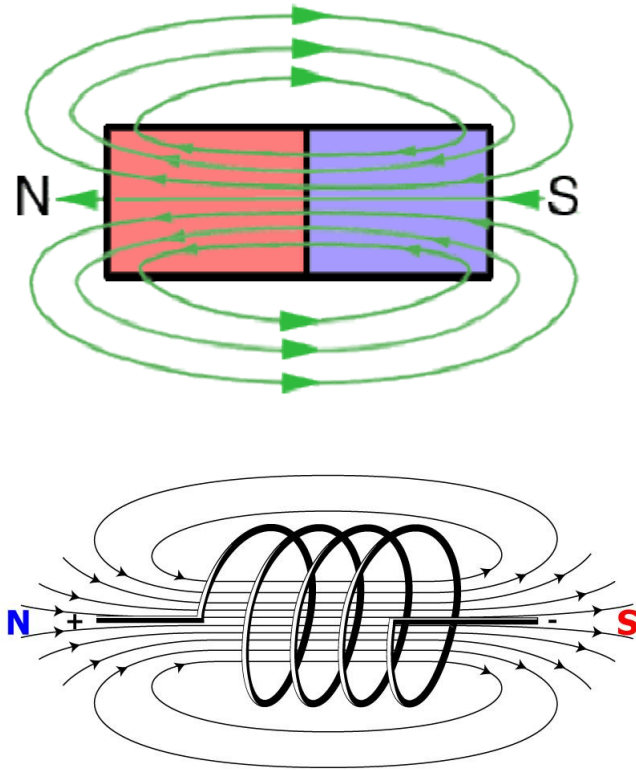
$$\text{rot } \mathbf{H} = \mathbf{j}$$

„Versuche über die Wirkung des elektrischen Conflicts auf die Magnetnadel.“

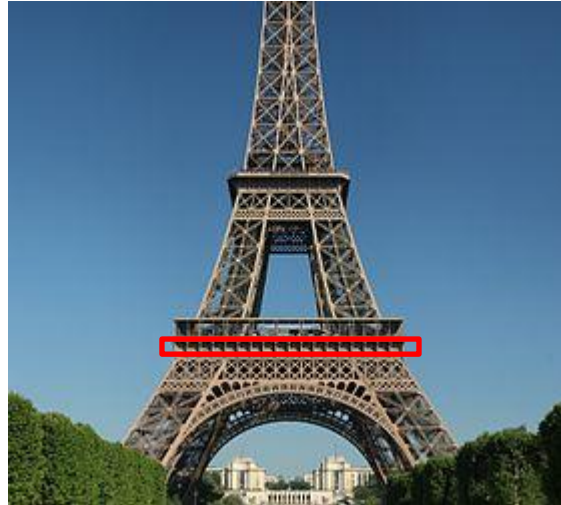
André Marie Ampère (1775 – 1836) franz. Physiker



Kraft pro Meter Leiterlänge zwischen zwei parallelen Leitern zur Definition der Einheit der Stromstärke.



Stromdurchflossene Spule verhält sich wie ein Stabmagnet
→ Molekularströme als Erklärung von Permanentmagneten



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18



Lagrange 6, Laplace 9, Lavoisier 12, Ampere 13, Navier 16

3. Licht, Elektrizität und Magnetismus

3.1 Licht im 17. Jahrhundert

3.2 Geschwindigkeit des Lichts

3.3 Welle oder Teilchen

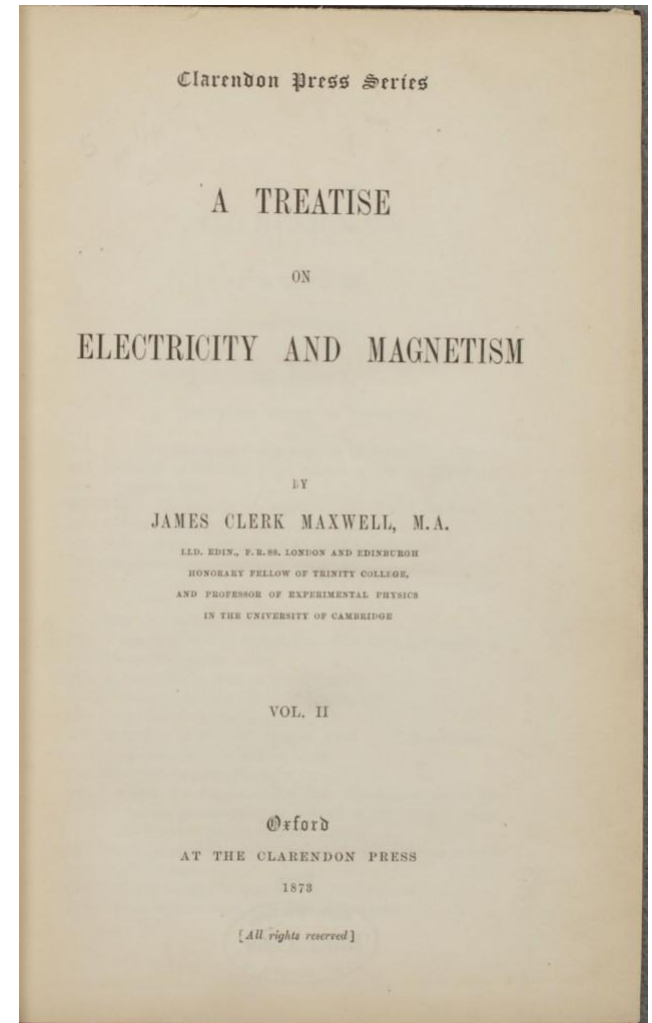
3.4 Elektrische und magnetische Phänomene

3.5 Magnetische Wirkung elektrischer Ströme

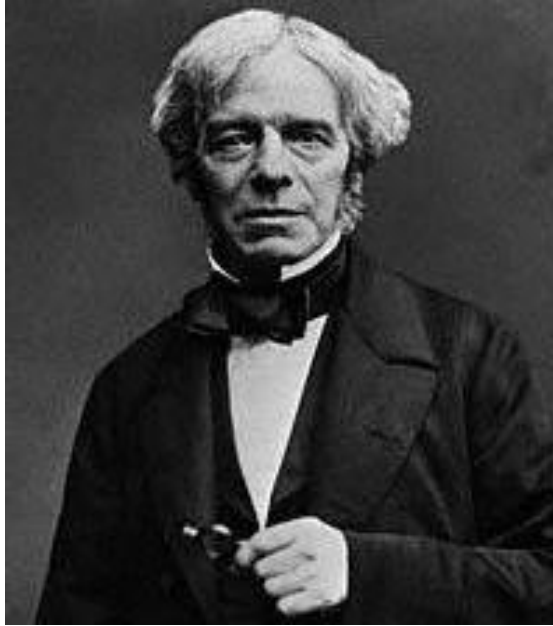
3.6 Michael Faraday

3.7 Maxwell und das elektromagnetische Feld

3.8 Elektromagnetische Wellen und die Natur des Lichts



Maxwells Hauptwerk „A Treatise on Electricity and Magnetism“, Oxford 1873



„...dagegen gelang es mir, den gegenwärtig ersten Physiker Englands und Europas, Faraday, zu sehen....

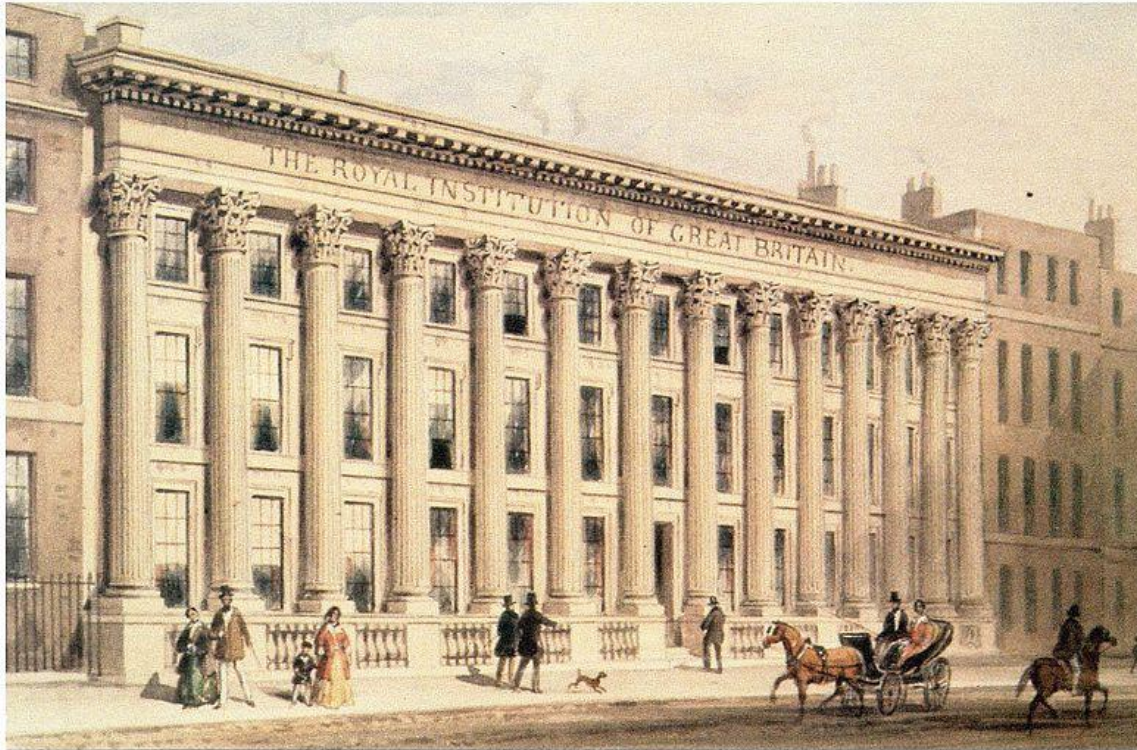
Das waren für mich große und angenehme Augenblicke. Er ist einfach, liebenswürdig und anspruchslos wie ein Kind, ein so herzwinnendes Wesen habe ich in einem Manne noch nie gesehen.“

Hermann von Helmholtz

Michael Faraday (1791 – 1867)

- 1791 Geboren in einem Londoner Vorort als Sohn einer armen Familie
- 1805 Siebenjährige Buchbinderlehre
- 1813 Zweite Lehre als Chemielaborant in der Royal Institution
- 1816 Erste wissenschaftliche Publikation
- 1824 Mitglied der Royal Society
- 1826 Einführung der Freitagabendveranstaltungen und der Weihnachtsvorlesungen für junge Hörer
- 1827 Professor für Chemie an der Royal Institution
- 1831 Entdeckung der elektromagnetischen Induktion, im Jahr darauf der Gesetze der Elektrolyse und des Faraday-Käfigs
- 1845 Untersuchung des Lichts und verschiedener Substanzen in starken Magnetfeldern
- 1867 In Hampton Court gestorben

Faradays Arbeitsräume in der Royal Institution



Die Royal Institution of Great Britain (um 1838)

Sie wurde im Jahre 1799 nach einem Entwurf von Sir Benjamin Thompson, alias Graf Rumford, gegründet.

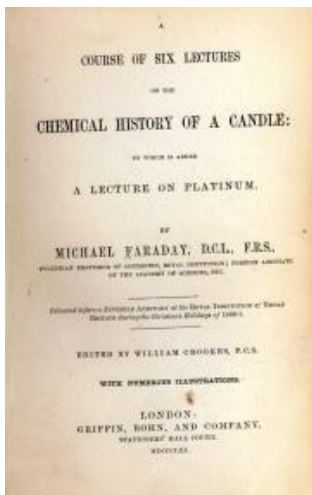
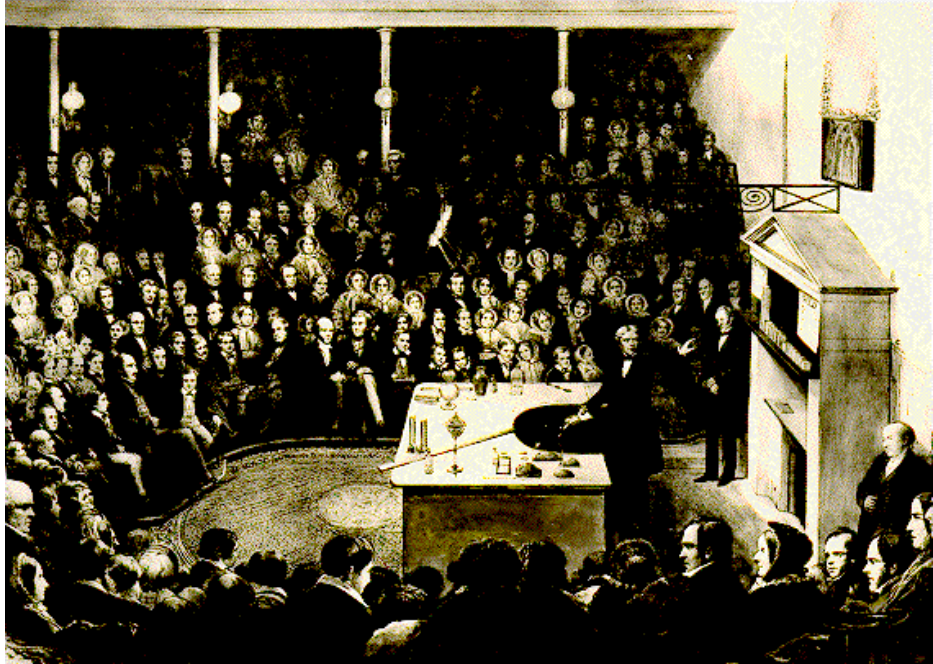
Hauptaufgaben:

- Rasche und wirkungsvolle Verbreitung nützlicher Erfindungen
- Verbesserung der Lebensumstände der Armen



Faradays Labor (oben), in dem er u.a. die elektromagnetische Induktion entdeckte, sowie sein Arbeitszimmer (unten)

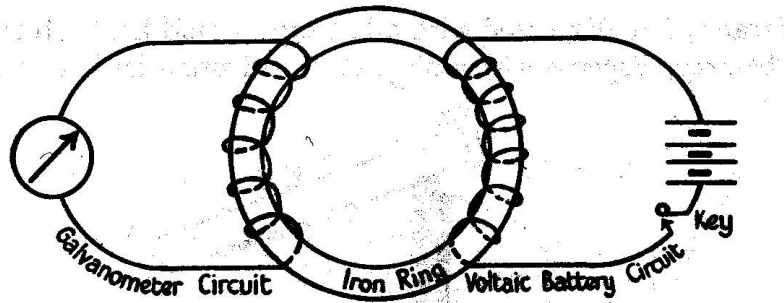
Faradays Lecture Theatre – gestern und heute



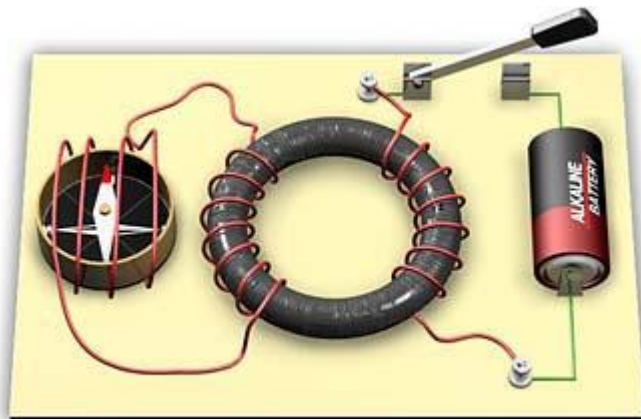
In diesem Hörsaal in der Royal Institution finden seit 1826 die Weihnachtsvorlesungen statt, die seit etlichen Jahren auch im Fernsehen übertragen werden.

Links: Faraday vor teils königlichem Publikum, rechts: eine Vorlesung für Kinder aus dem Jahre 2006

Faradays Experiment zur Induktion



Schaltskizze

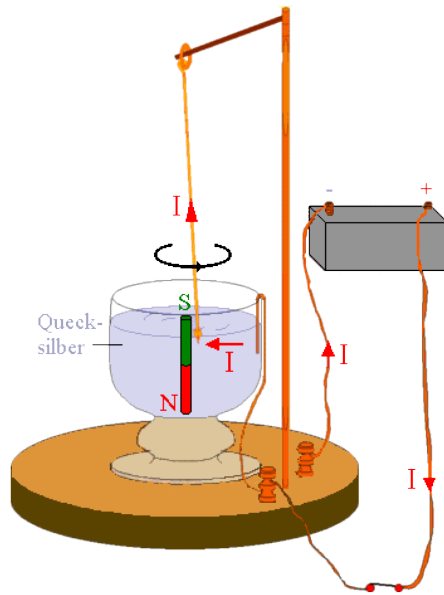


Moderne Version für einen Schülerversuch

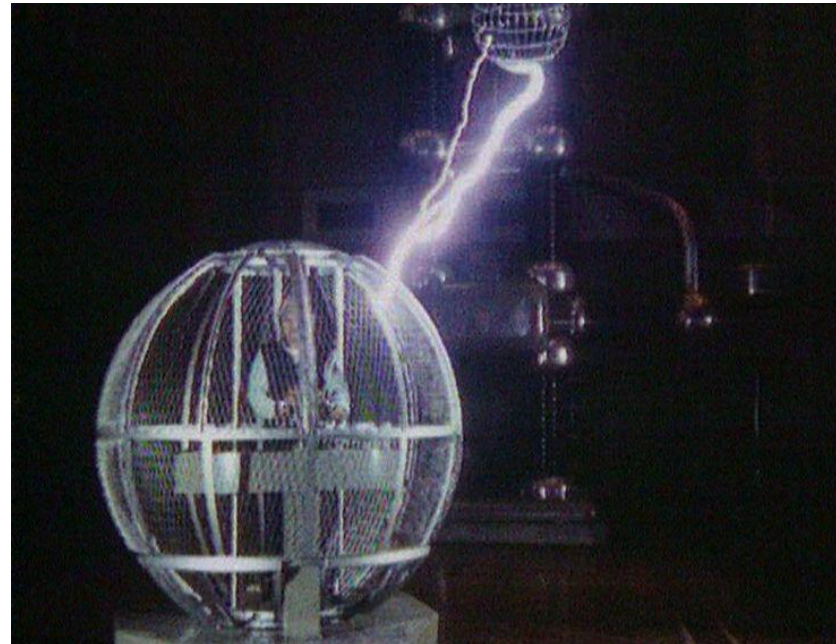


Teil der Faradayschen Originalapparatur

Weitere Erfindungen Faradays

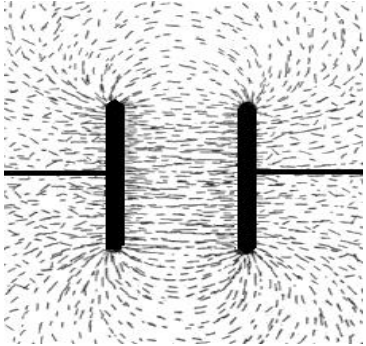


Einfacher Elektromotor

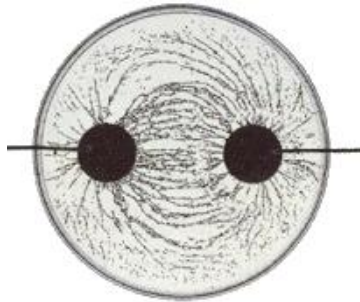


Faradaykäfig

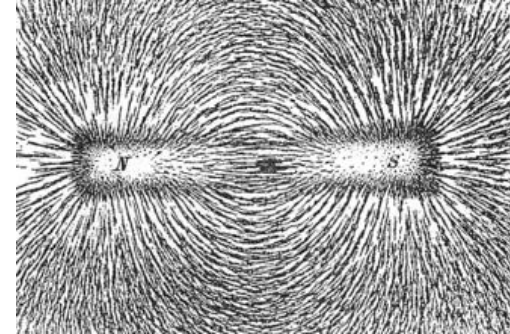
Statische elektrische und magnetische Felder



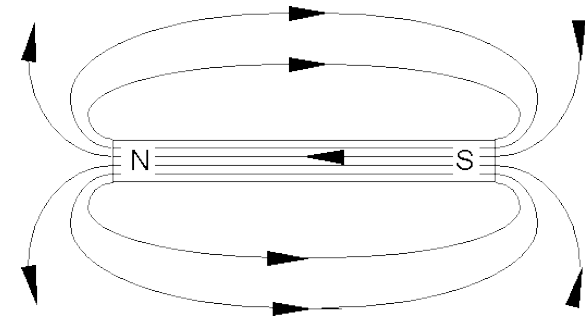
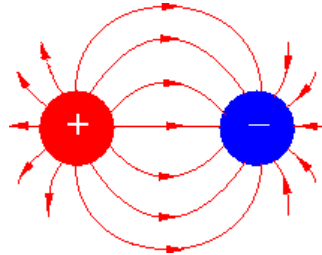
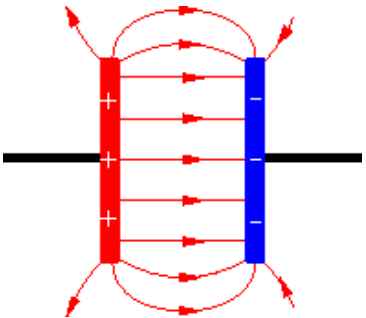
Homogenes elektrisches Feld



Elektrisches Feld von zweier entgegengesetzten Ladungen



Magnetisches Feld eines Stabmagneten (Dipols)



Faraday: „Wie wenige verstehen die physikalischen Kraftlinien! Sie wollen sie nicht sehen, obwohl alle Untersuchungen die Ansichten darüber bestätigen, die ich seit so vielen Jahren entwickelt habe. ... Ich kann warten, da ich von der Richtigkeit meiner Ansichten überzeugt bin.“

3. Licht, Elektrizität und Magnetismus

3.1 Licht im 17. Jahrhundert

3.2 Geschwindigkeit des Lichts

3.3 Welle oder Teilchen

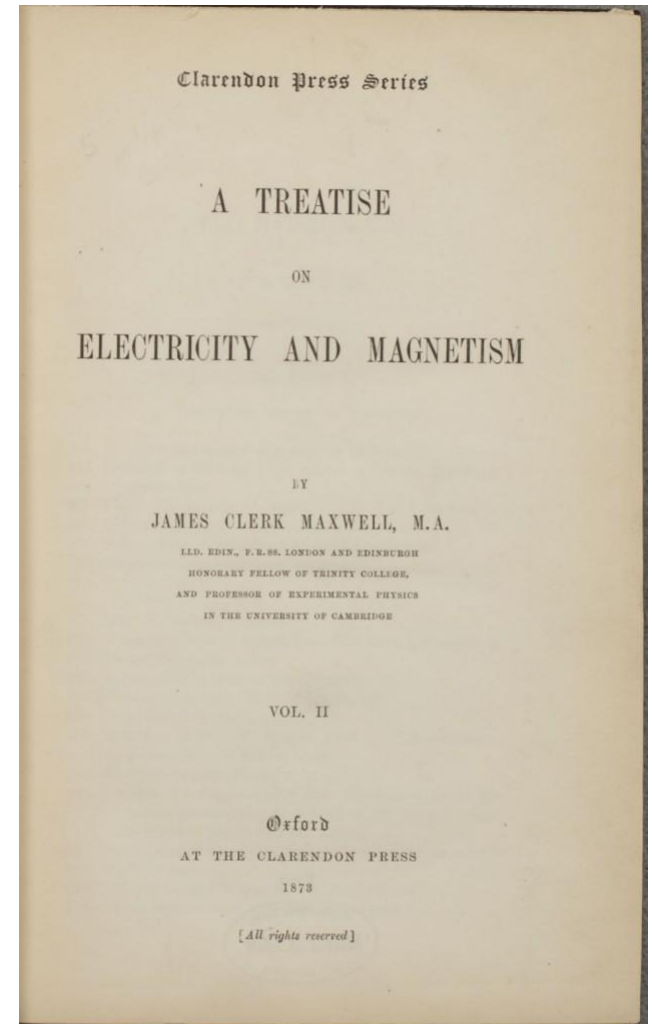
3.4 Elektrische und magnetische Phänomene

3.5 Magnetische Wirkung elektrischer Ströme

3.6 Michael Faraday

3.7 Maxwell und das elektromagnetische Feld

3.8 Elektromagnetische Wellen und die Natur des Lichts



Maxwells Hauptwerk „A Treatise on Electricity and Magnetism“, Oxford 1873

Die Telegraphie

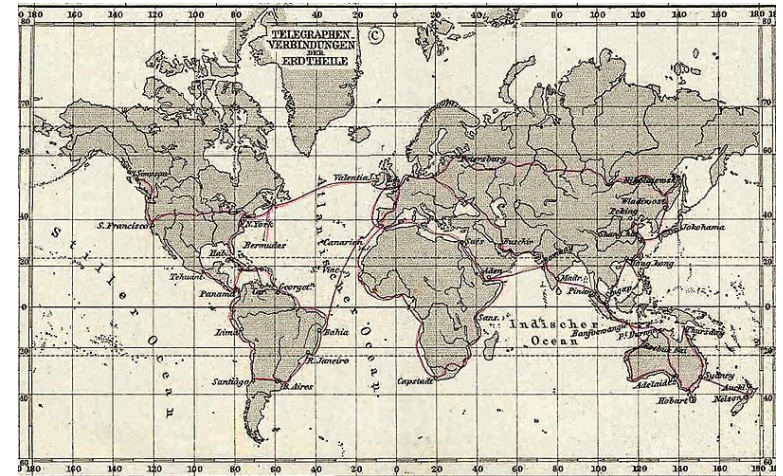
Eine Anwendung der Erkenntnisse zum Elektromagnetismus

Zeittafel:

- 1833 Gauss und Weber übertragen in Göttingen über eine Strecke von 1.1 km die ersten binären elektrischen Signale
- 1837 Cooke und Wheatstone in England
- 1837 Morse in den USA
- 1850 Erstes Unterseekabel zwischen England und Frankreich
- 1857 Erstes transatlantisches Kabel

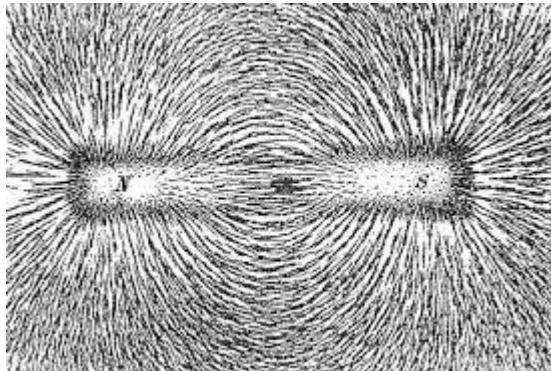
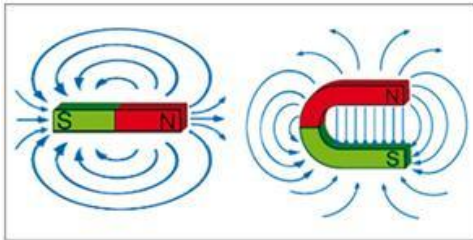
Die Unterwasserkabel bildeten bald das „Nervensystem“ des Britischen Empires

Kabel 1891 →



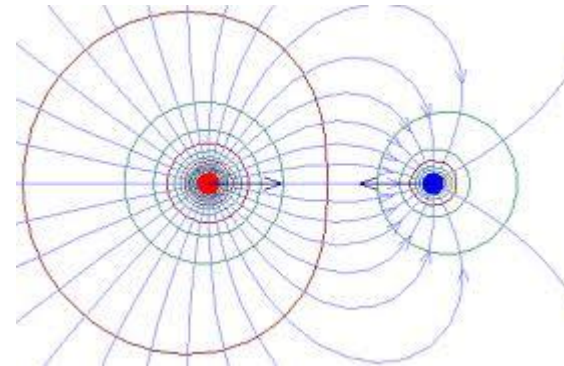
Der zentrale neue Begriff: Das Feld

Feld: Veränderung im Raum



Das magnetische Feld, d.h. die Veränderung des Raumes in der Umgebung eines Stabmagneten.

Das Problem der Fernwirkung



Die Kraft F der Ladung Q auf die Ladung q entsteht nicht durch eine geheimnisvolle **Fernwirkung**: $F \sim q \cdot Q / r^2$, sondern wird jetzt als Resultat seiner Wechselwirkung mit dem **lokalen Feld** E : $F = q \cdot E$ gesehen.

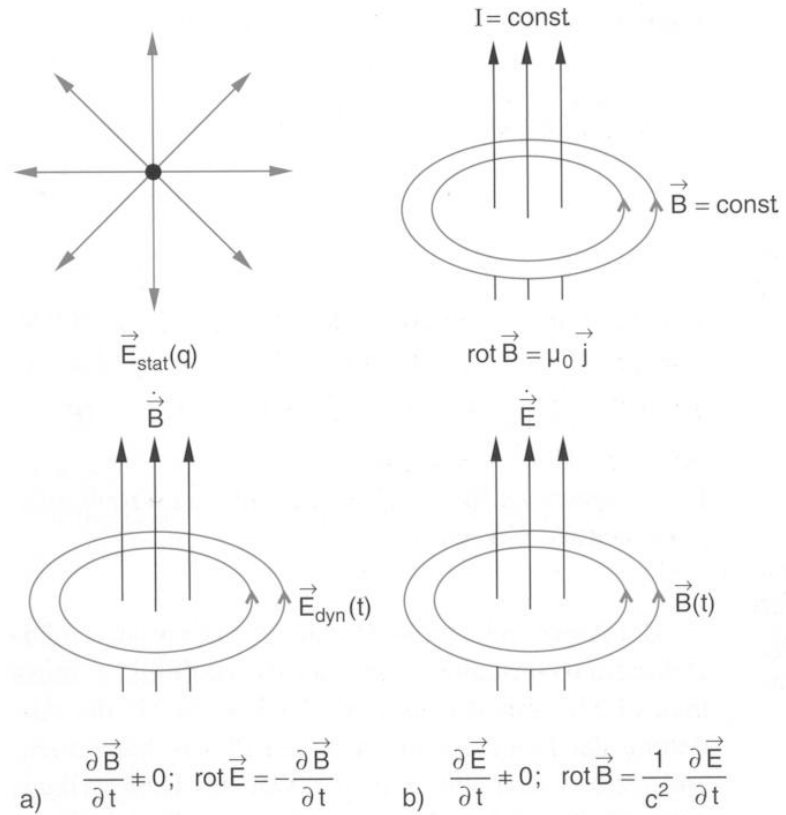
Die Maxwellsche Theorie ist die erste Feldtheorie.

$$\operatorname{div} \mathbf{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$$

$$\operatorname{rot} \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$$

$$\operatorname{div} \mathbf{B} = 0$$

$$\operatorname{rot} \mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{J} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t}$$



James Clerk Maxwell (1831 -1879)

„Das Tiefste und Fruchtbarste, das die Physik seit Newton entdeckt hat“. (Einstein)

1831 geb. in Edinburgh, Vater Rechtsanwalt

1847 Beginn des Studiums, zuerst in Edinburgh,
dann in Cambridge

1856 Lehrstuhl in Aberdeen (Schottland), dann
am Kings College (London)

1865 Privatgelehrter

1871 Cavendish Professor in Cambridge



Wichtigste Leistungen:

- Kinetische Gastheorie (Maxwell Verteilung)
- Feldtheoretische Formulierung des Elektromagnetismus (Maxwell Gleichungen)
- Licht besteht aus elektromagnetischen Wellen

3. Licht, Elektrizität und Magnetismus

3.1 Licht im 17. Jahrhundert

3.2 Geschwindigkeit des Lichts

3.3 Welle oder Teilchen

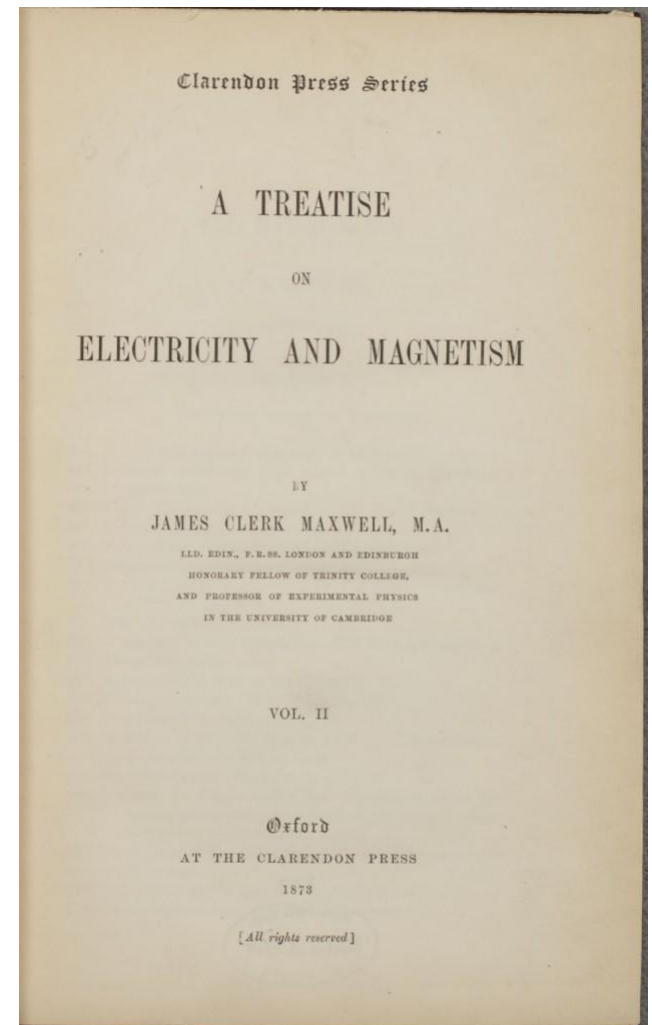
3.4 Elektrische und magnetische Phänomene

3.5 Magnetische Wirkung elektrischer Ströme

3.6 Michael Faraday

3.7 Maxwell und das elektromagnetische Feld

3.8 Elektromagnetische Wellen und die Natur des Lichts



Maxwells Hauptwerk „A Treatise on Electricity and Magnetism“, Oxford 1873

Elektromagnetische Wellen

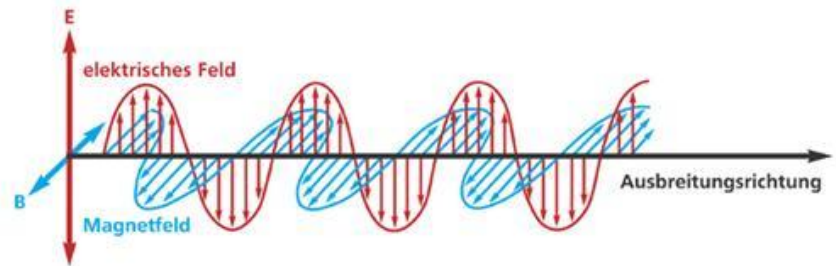
Aus den Maxwell Gleichungen ohne Ladungen und Ströme leitet man die Wellengleichungen für das elektrische und magnetische Feld ab.

$$\Delta \mathbf{E} - \mu_0 \cdot \epsilon_0 \cdot \partial^2 \mathbf{E} / \partial t^2 = 0$$

$$\Delta \mathbf{H} - \mu_0 \cdot \epsilon_0 \cdot \partial^2 \mathbf{H} / \partial t^2 = 0$$

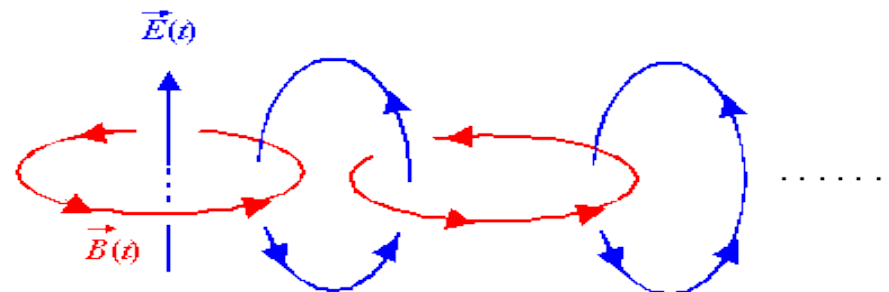
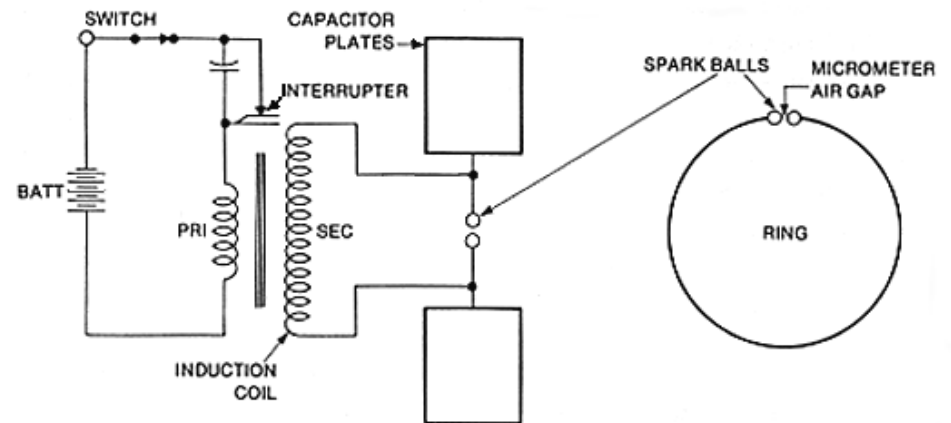
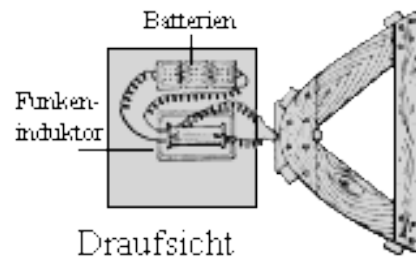
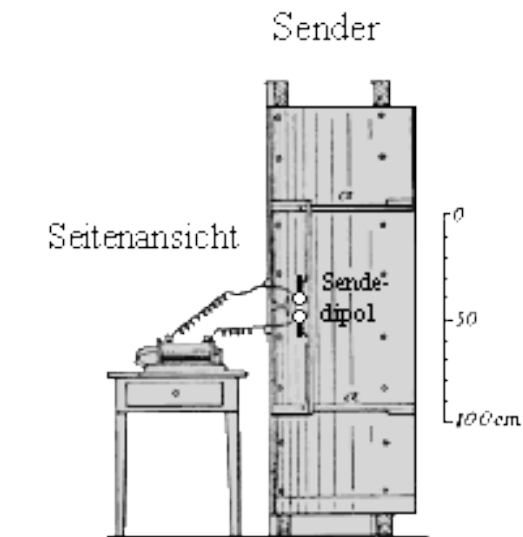
$$\mathbf{E}(\mathbf{r}, t) = \mathbf{E}_0 \cdot \sin(\mathbf{i} \cdot \mathbf{k} \cdot \mathbf{r} - \omega \cdot t),$$

$$\omega = k \cdot c, \quad c = (\mu_0 \cdot \epsilon_0)^{-1/2}$$



*„Diese Geschwindigkeit ist so nahe an der Lichtgeschwindigkeit, dass wir einen starken Grund zu der Annahme haben, dass das Licht selbst (einschließlich Wärmestrahlung und anderer Strahlung, falls es sie gibt), eine elektromagnetische Welle ist.“
(Maxwell)*

Hertz'sche Apparatur zur Erzeugung und zum Nachweis elektromagnetischer Wellen



„Vermarktung“ der 1886 entdeckten drahtlosen Wellen

„Ich glaube nicht, dass die von mir entdeckten drahtlosen Wellen irgendeine praktische Anwendung finden werden.“ (Heinrich Hertz)

Guglielmo Marconi (1874-1937)

(ohne formale Universitätsausbildung)

1895 in der Schweiz erste Versuche zur drahtlosen Übertragung über 2.5km

1897 Gründung Marconi's Wireless Telegraph Company Ltd. In London

1899 erste drahtlose Übertragung über den Ärmelkanal

1903 erste transatlantische Übertragung

1909 Nobelpreis mit Ferdinand Braun für die Entwicklung der drahtlosen Telegraphie

Ferdinand Braun (1850-1918)

(Physiker, Erfinder der Braunschen Röhre, Entdecker der Halbleiterdiode, Kristalldetektor, Richtantenne)

1898 Mitbegründer der Funkentelegraphie GmbH in Köln (1898)

1899 Übertragung über 20 km

1900 Übertragung Cuxhaven-Helgoland

1903 Mitbegründer der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie Telefunken in Berlin

Heinrich Hertz (1857 – 1894)

1857 in eine kultivierte Familie des Hamburger Großbürgertums geboren, Vater war Richter und konvertierte vom Judentum zum Protestantismus. Heinrich war ein Wunderkind.

Studium in Dresden, München und Berlin

1879 Beginn seiner Arbeit bei von Helmholtz, mit 23 Jahren Promotion

1883 Privatdozent in Kiel

1885 Professor an der TH in Karlsruhe, mit 28 Jahren!

1886 Entdeckung der elektromagnetischen Wellen

1889 Professor in Bonn, nachdem er Berufungen nach Gießen und Berlin abgelehnt hatte.

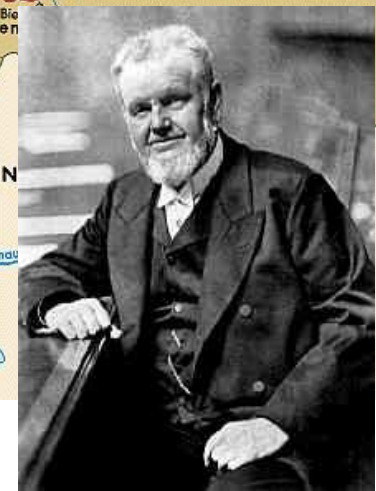
1904 Tod mit 37 Jahren.

„In klassischer Zeit hätte man gesagt, er sei dem Neid der Götter geopfert worden“ (v. Helmholtz)



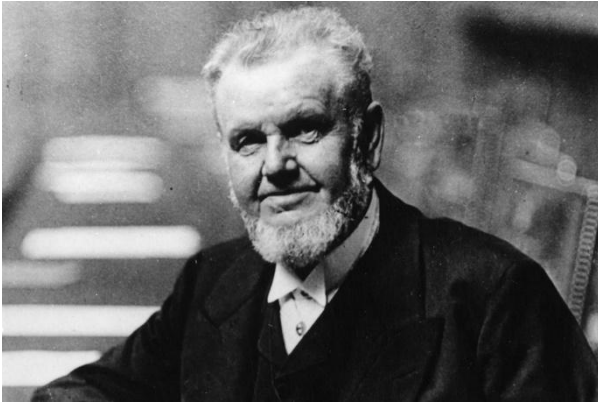
In der NS-Zeit wurde sein Porträt wegen seiner jüdischen Abstammung von dem Hamburger Rathaus entfernt,^[4] sowie nach ihm benannte Institutionen und Straßen zumeist umbenannt. Auch gab es Überlegungen, die nach ihm benannte Einheit Hertz, die 1933 international eingeführt worden war, unter Beibehaltung der Abkürzung „Hz“ in „Helmholtz“ umzubenennen.^[3]

Das Deutsche Reich 1871–1918 (mit der Grenze bis 1937)



Friedrich Althoff (1839 – 1908), war ab 1882 der heimliche Kultusminister Preußens

Preußen um 1900 ein Standort ersten Ranges für die Wissenschaft



Friedrich Althoff (1839 – 1908)

Friedrich Althoff trat 1882 in preußische Kultusministerium ein und wurde dort 1897 Ministerialdirektor.

Er war die gestaltende Person der preußischen und deutschen Hochschulpolitik. Wegen seines energischen Handelns und seiner Durchsetzungskraft wurde er der „Bismarck des deutschen Universitätswesens“ genannt.

- Er griff aktiv in die Berufungspolitik der Universitäten ein.
- Er versuchte häufig, sich im Gespräch ein eigenes Urteil von der Persönlichkeit eines Kandidaten zu verschaffen.
- Oberste Kriterien waren für ihn die wissenschaftliche Leistung und Originalität eines Bewerbers.
- Er erkannte die Bedeutung reiner Forschungsinstitute sowie industrieller und privater Geldgeber.
- Nach seinen Plänen wurden 1911 die ersten Institute der Kaiser Wilhelm Gesellschaft gegründet.