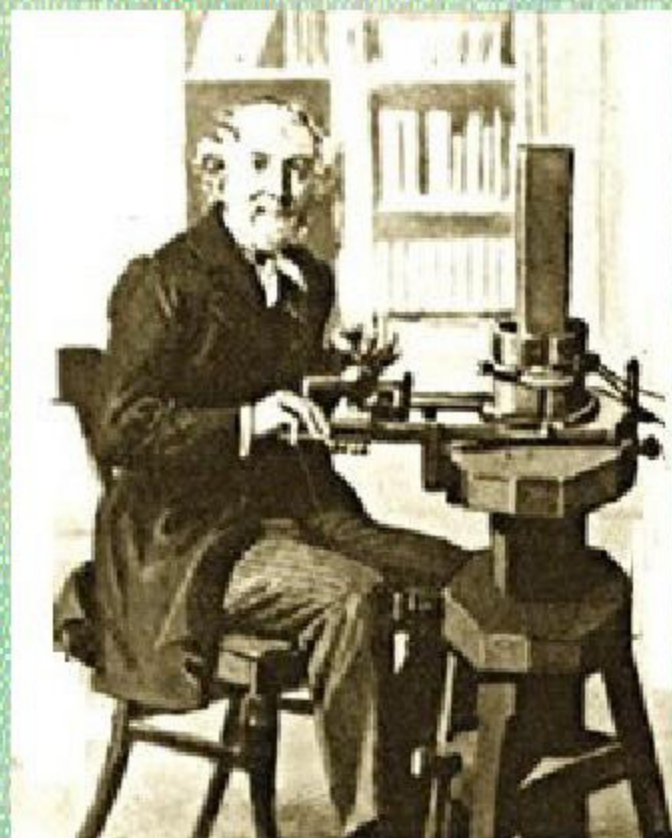


Gudrun Wolfschmidt (Hrsg.)

# Vom Magnetismus zur Elektrodynamik

anlässlich des 200. Geburtstages von Wilhelm Weber (1804-1891)  
und des 150. Todestages von Carl Friedrich Gauß (1777-1855)



Hamburg

Schwerpunkt Geschichte der Naturwissenschaften, Mathematik und Technik  
Fachbereich Mathematik, Universität Hamburg

2005



Gudrun Wolfschmidt (Hrsg.)

# Vom Magnetismus zur Elektrodynamik

Herausgegeben anlässlich des 200. Geburtstags  
von Wilhelm Weber (1804–1891)

und des 150. Todestages von Carl Friedrich Gauß (1777–1855)



Hamburg  
Schwerpunkt Geschichte der Naturwissenschaften,  
Mathematik und Technik  
2005

Wolfschmidt, Gudrun (Hrsg.):  
**Vom Magnetismus zur Elektrodynamik**

Herausgegeben anlässlich des  
200. Geburtstags von Wilhelm Weber (1804–1891)  
und des 150. Todestages von Carl Friedrich Gauß  
(1777–1855).

Ausstellung in der Staats- und Universitätsbibliothek  
Hamburg, Von-Melle-Park 3, 20146 Hamburg, 3. März  
bis 2. April 2005, zusammengestellt von Gudrun  
Wolfschmidt und Karl-Heinrich Wiederkehr.

Hamburg: Schwerpunkt Geschichte der  
Naturwissenschaften, Mathematik und Technik 2005  
ISBN 3-00-015559-7

Web-Seite der Ausstellung:

<http://www.math.uni-hamburg.de/spag/ign/events/weber04.htm>

Abbildung auf dem Cover vorne:

Gauß und Weber am elektromagnetischen Telegraphen (1933)

©Archiv Gauß-Gesellschaft Göttingen

Abbildung Frontispiz:

Gauß-Weber-Denkmal Göttingen (1899)

©Archiv Gauß-Gesellschaft Göttingen

Abbildung auf dem Cover hinten:

Gauß und Weber

Dunnington 1955, zwischen S. 112–113.

Das Buch *Vom Magnetismus zur Elektrodynamik*,  
wurde anlässlich des 200. Geburtstags von Wilhelm Weber (1804–1891)  
und des 150. Todestages von Carl Friedrich Gauß (1777–1855) herausgegeben.

*Zu besonderem Dank verpflichtet sind wir gegenüber der Hans Schimank-Gedächtnisstiftung,  
die uns nicht nur bei der Ausstellung, sondern auch für den Druck dieses Buches  
zuverlässig finanzielle Unterstützung gewährt hat.*

Schwerpunkt Geschichte der Naturwissenschaften, Mathematik und Technik (SPGN),  
Fachbereich Mathematik, Universität Hamburg  
Bundesstraße 55 – Geomatikum, D-20146 Hamburg

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort	8
Weber's Electrodynamics and Mach's Principle in the 21st Century <i>Andre Koch Torres Assis (Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, Brasil)</i>	10
Vom Kompaß zum Dynamo – Magnetismus, Elektrizität und Telekommunikation <i>Gudrun Wolfschmidt</i>	13
1.1 Magnetismus und Navigation	13
1.2 Humboldt, Gauß und Weber – Erdmagnetismus	20
1.3 Solarerrestrische Beziehungen und solare und kosmische Magnetfelder	23
1.2.1 Zeittafel: Carl Friedrich Gauß (1777–1855)	24
1.3.1 Solarerrestrische Beziehungen	25
1.3.2 Magnetfelder auf der Sonne	28
1.4 Elektromagnetismus	33
1.4.1 Vom galvanischen Element zum Akkumulator	33
1.4.2 Anfänge des Elektromagnetismus	36
1.4.3 Vom Induktionsgesetz zur Stromerzeugung	38
1.4.4 Welt- und Industrieausstellungen	39
1.4.5 Dynamo, Motor, Lokomotive	43
1.5 Telekommunikation	48
1.5.1 Telegraphie	48
1.5.2 Fernsprecher – Telefon – Phonograph	54
1.5.3 Drahtlose Telegraphie	56
Zur Geschichte des Erdmagnetischen Observatoriums Wingst <i>Horst Wildt</i>	61
2.1 Das Marineobservatorium Wilhelmshaven als Vorläuferstation des Observatoriums Wingst	62
2.2 Magnetische Messungen auf See	63
2.3 Neue Impulse durch das zweite internationale Polarjahr	64
2.4 Das Erdmagnetische Observatorium Wingst	64
2.5 Geophysikalische Forschung in Wingst, Entdeckung der norddeutschen Leitfähigkeitsanomalie durch Datenaustausch	65

2.6	Vergleich von Meßstandards verschiedener Instrumente und Observatorien . . . . .	66
2.7	Geomagnetische Landesvermessung . . . . .	68
2.8	Änderungen in der Aufgabenstellung . . . . .	69
2.9	Literatur . . . . .	69
Wilhelm Weber (1804–1891)		
	<i>Karl-Heinrich Wiederkehr</i>	73
3.1	Einleitung . . . . .	73
3.2	Wellenlehre und Akustik als erstes Spezialgebiet . . . . .	73
3.3	Gemeinschaftsarbeit mit Gauß und Göttinger Magnetischer Verein .	74
3.4	Die Göttinger Sieben und Entlassung Webers . . . . .	75
3.5	Die Jahre in Leipzig und das Grundgesetz der elektrischen Wirkung	76
3.6	Einführung exakter physikalischer Methoden in die Physiologie und Kontroverse mit H. v. Helmholtz . . . . .	79
3.7	Rückkehr nach Göttingen, das absolute elektromagnetische Maßsystem und die internationalen Einheiten . . . . .	82
3.8	Die Definition der SI-Einheit für die Stromstärke und Webers elektrodynamische Einheit . . . . .	83
3.9	Das Kohlrausch-Weber-Experiment 1855, die Lichtgeschwindigkeit und James Clerk Maxwell . . . . .	84
3.10	Riemanns Potential, Kirchhoffs Fortpflanzungsgeschwindigkeit elektrischer Wellen in Drähten und die Grenzen der Weberschen Elektrodynamik . . . . .	86
3.11	Deutung der metallischen Leitung, des Ferro- und Diamagnetismus und des Aufbaus der Materie . . . . .	87
3.12	Zeittafel zu Wilhelm Weber . . . . .	89
Katalog „Vom Magnetismus zur Elektrodynamik“		
	<i>Gudrun Wolfschmidt; Karl-Heinrich Wiederkehr</i>	93
4.1	Wilhelm Weber (1804–1891) – Leben und Werk . . . . .	94
4.2	Anfänge des Magnetismus . . . . .	103
4.3	Theorie des Magnetismus . . . . .	111
4.4	Kompaß und erdmagnetische Karten zur Navigation . . . . .	113
4.5	Humboldt, Gauß und Weber – Von der Relativ- zur Absolutmessung . . . . .	123
4.6	Erdmagnetische Observatorien . . . . .	133
4.7	Solarerrestrische Beziehungen und Magnetfelder im Kosmos . . . . .	145
4.8	Reibungselektrizität und Galvanische Elektrizität: Vom Bernstein zum Voltaelement . . . . .	155
4.9	Entwicklung der Elektrodynamik . . . . .	176
4.10	Telegraphie und Telefon . . . . .	191
4.11	Elektrotechnik und Elektronentheorie . . . . .	205

4.12 Von den elektromagnetischen Wellen zur drahtlosen Telegraphie . .	217
Anhang: Vom Magnetismus zur Elektrodynamik	227
5.1 Leihgeber für die Ausstellung . . . . .	227
Abbildungsverzeichnis	229
Literaturverzeichnis	233
Index	240

## Ausstellung „Vom Magnetismus zur Elektrodynamik“

Diese Ausstellung hat einen doppelten Anlaß, den 200. Geburtstag von Wilhelm Weber (1804–1891) und den 150. Todestag von Carl Friedrich Gauß (1777–1855). Gauß war nicht nur „Princeps Mathematicorum“, sondern er hatte durch seine geniale Berechnung der Bahn der Ceres schon in jungen Jahren Weltruhm erlangt. Auch in der Physik, insbesondere auf dem Gebiet des Magnetismus, hat er unvergängliche Spuren hinterlassen. 1832 begründete er das absolute magnetische Maßsystem (Dreiersystem), das den Anschluß an die mechanischen Größen und Maße gewährleistete. 1831 gelang es Gauß aufgrund seines Gutachtens, den jungen Wilhelm Weber nach Göttingen zu holen. Eine ungewöhnlich enge Zusammenarbeit begann. Weber nahm ganz die Ideen von Gauß auf und setzte sie in seinem Lebenswerk in die Tat um. Unsere heutigen elektrischen Maßeinheiten gehen letztendlich auf Gauß und Weber zurück.

Bei der Ausstellung gibt es auch Bezüge zu Hamburg, so bei der Hamburger Reaktion auf die „Göttinger Sieben“, zu denen auch Weber gehörte. Weiterhin sollten internationale geophysikalische Unternehmungen wie das erste Polarjahr 1882–1883 genannt werden, wesentlich initiiert von Georg von Neumayer (1826–1909), seit 1875 Leiter der Deutschen Seewarte in Hamburg; es hatte – wie ausdrücklich betont wird – den Göttinger Magnetischen Verein mit Humboldt, Gauß und Weber zum Vorbild.

Ferner ist der Entwicklung der erdmagnetischen Observatorien ein Kapitel gewidmet, wobei Göttingen, von Carl Friedrich Gauß und Wilhelm Weber begründet, München-Bogenhausen, von Johann von Lamont ins Leben gerufen und Berlin, von Alexander von Humboldt initiiert wurde. In den 1870er Jahren kam noch das Kaiserliche Marineobservatorium in Wilhelmshaven dazu, das später wegen zu großer Störungen nach Wingst verlegt wurde. In den 1880er Jahren wurde noch ein Erdmagnetisches Observatorium auf dem Telegraphenberg in Potsdam errichtet.

In der Ausstellung soll ferner die rasante Entwicklung der Elektrotechnik und der Kommunikation im 19. Jahrhundert illustriert werden; diese fußte auf epochemachenden Entdeckungen von Physikern. Die Ausstellung will gerade hier Akzente setzen und Beweggründe nach Möglichkeit aufzeigen. Bezüge zu Hamburg gibt es hier mit der Telegraphenlinie Hamburg – Cuxhaven, die 1848 als erste Telegraphenlinie nach dem Prinzip von Samuel Morse (1791–1872) errichtet wurde. Der erste Inspektor der Telegraphenlinie Friedrich Clemens Gerke (1801–1888) hat das Morsealphabet überarbeitet und in die heutige Form gebracht. Schließlich beruht die weitere Entwicklung der drahtlosen Telegraphie, der Funktechnik, auf Heinrich Hertz (1857–1894), geboren in Hamburg, der die elektromagnetischen Wellen entdeckt hatte.

Weitere Themen sind Anfänge des Magnetismus und die Anwendung des Kompasses und von geomagnetischen Karten zur Navigation. Ferner werden solar-terrestrische Beziehungen diskutiert, die Mitte des 19. Jahrhunderts entdeckt worden waren, sowie solare und kosmische Magnetfelder und deren Erforschung mit Radio-



teleskopen oder Satelliten und schließlich die Auswirkung dieser Phänomene auf der Erde in Form von Nordlichtern, geomagnetischen Stürmen und Funkstörungen.

Allen Helfern sei gedankt für Ihre Mitwirkung bei der Zusammenstellung der Ausstellung, insbesondere den Mitgliedern des Schwerpunkts Geschichte der Naturwissenschaften, an erster Stelle Karl-Heinrich Wiederkehr, ferner Jürgen Gottschalk, Wolfgang Lange, Bernd Wolfram und Horst Wildt.

Dank gebührt folgenden Hamburger Schulen und ihren Sammlungsleitern Physik für ihr Entgegenkommen:

- Gelehrtenschule des Johanneums Hamburg,
- Matthias-Claudius-Gymnasium Hamburg und
- Wilhelm-Gymnasium Hamburg.

Den Herren Prof. Dr. Bernd Baumann, Dipl. Ing. Bodo Sass und Berthold Witte von der Physiksammlung und dem Labor der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, FB Maschinenbau und Produktion, schulden wir besonderen Dank für Ihre großzügige Unterstützung.

Herrn Peter Sienknecht vom Schulmuseum sei besonders gedankt für seine Bereitschaft und Hilfe, so auch Herrn Manfred Matschke, Sammlung des ehemaligen Museums Electrum der HEW.

Besonderen Dank müssen wir Herrn R. Eggerstorf, Sammlung der Physik, Institut für Experimentalphysik, Universität Hamburg, und Herrn Privatdozent Dr. Friedrich Balck, Institut für Physik und Physikalische Technologien, Technische Universität Clausthal-Zellerfeld, aussprechen für wertvolle Hilfe und großzügiges Entgegenkommen.