

Michael Faraday,
das Leben und Schaffen eines
Forschers.

Von

o. ö. Prof. Dr. Heinrich Paweck.

Vortrag, gehalten am 12. Dezember 1928.



Michael Faraday.

Am 30. Dezember 1903 hielt Herr Hofrat Prof. Dr. A. Bauer in unserem Vereine einen Vortrag über Humphry Davy, dessen Leben und Schaffen er in formvollendetem Bilde liebevoll zum Ausdruck brachte. Michael Faraday war Davys Schüler; herangereift, überragte er seinen großen Meister und gilt heute als der größte Forscher des vorigen Jahrhunderts auf dem Gebiete der Naturwissenschaften.

Die geringste Volksschulbildung, Lesen, Schreiben und Rechnen war die ganze Habe, die Faraday für seinen Lebensaufbau bis zum Fürsten der Naturwissenschaften mitbekam. Nach Abschluß seiner reichen Lebensbahn hinterließ er nicht nur das Bild des größten Forschers seiner Zeit, sondern auch das eines selten veranlagten Experimentators und glänzenden Redners. Als Mensch war er ausgezeichnet durch reinsten Charakter und tiefste Religiosität; aus poetischem Gemüt entspringend und durch treffliche Wahl war seine sonnige Ehe bei einfacher Lebensführung und seelischem Reichtum voll inniger Herzlichkeit. Selbst kinderlos, war er ein außerordentlich warmer Freund der Kinder; seine letzte öffentliche Betätigung im hohen Alter waren seine Weihnachtsvorträge für die Jugend. Er war Engländer in jeder Faser, doch seine Persönlichkeit wesensverwandt deutscher Art, und ein Aufblick zu ihm in unserer heutigen schweren Zeit vermag stärkend und stützend zu wirken.

Faradays Vater, James, wurde zu Clapham in Yorkshire, unweit von London in einem Wirtschaftshof

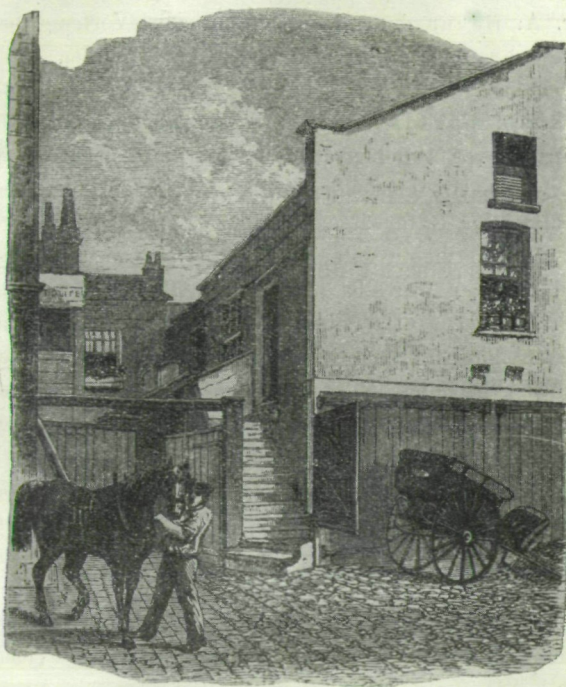


Abb. 1.

als drittes von zehn Kindern geboren und wurde Hufschmiedgeselle. James Brüder waren Schieferdecker, Müller, Gewürzkrämer, Schuhmacher, Packer u. a. Mit

25 Jahren heiratete James die Tochter Margart des Pächters Hastwell. Das waren die Eltern Michael Faradays, welche bald nach der Verheiratung nach Newington (Süd-London) zogen. Dieser Ehe entsprangen vier Kinder, von denen Michael als drittes Kind am 22. September 1791 geboren wurde. Bald danach zogen



Abb. 2.

die Eltern in die Gilbert Street um, wo sie vorübergehend blieben und schließlich in eine Wohnung über einen Wagenschuppen in Jacobs Well Mews, Charles Street, Manchester Square (Abb. 1) übersiedelten. Hier hatte Michael Faraday bis 1809 sein Heim, besuchte die Volksschule, tummelte sich in freien Stunden auf der Straße, gerne mit Steinkugeln spielend, herum.

Im Jahre 1804, im Alter von 13 Jahren, kam er probeweise als Laufbursche zum Buch- und Papierhändler George Riebau in der Blandford Street Nr. 2 (Abb. 2) und hatte jeden Morgen an die Kunden die Zeitungen auszutragen. „Er schlüpfte als helläugiger Laufjunge über das Londoner Pflaster mit einer Last von braunen Locken auf seinem Haupt und einem Pack Zeitungen unter dem Arm.“ Ein Jahr später wurde er hier Buchbinderlehrling, lernte eifrig und las wahllos Bücher, die ihm bei seinem Handwerk unterkamen. Faraday selbst bezeichnete später einem seiner Freunde das philosophische Buch „On the mind“ (Über den Geist) von Watt als dasjenige, das ihn zuerst denken lehrte; ein Abschnitt über Elektrizität in der „Encyclopaedia Britannica“ lenkte ihn zuerst auf diese Wissenschaft und besonders entzückte ihn Marcets „Conversations in Chemistry“ (Unterhaltungen über Chemie). Er versuchte danach mit wenigen Pence die einfachsten Experimente der Chemie durchzuführen und in primitiver Weise elektrische Apparate, z. B. eine Elektrisiermaschine herzustellen.

Während eines Ganges las er auf einem Anschlagzettel die Anzeige volkstümlicher Physikvorlesungen des Herrn Tatum, dem Begründer der City Philosophical Society. Das Eintrittsgeld betrug einen Schilling; mit Hilfe seiner kleinen Ersparnisse und von seinem Bruder, einem Grobschmied, unterstützt, besuchte Faraday 1810 bis 1811 eine größere Reihe dieser Vorlesungen; er war jetzt 19 Jahre alt. Ein Jahr vorher waren Faradays Eltern in die Weymouth Street Nr. 18

gezogen und ein Jahr nachher starb hier sein Vater; seine Mutter verlor er im Jahre 1838.

Die jetzige Wohnung war nur einige Schritte vom Buchbinder Riebau, seinem Lehrherrn, entfernt. Ein Freund Riebaus, ein französischer Flüchtling, Herr Masquerier, ein Maler, der hier seine Kunst betrieb, den Faraday zu bedienen hatte, lehrte diesem perspektivisches Zeichnen, ließ ihm ein Buch dazu und blieb ihm zeitlebens ein treuer Freund. In der philosophischen Gesellschaft Tatums lernte Faraday den Schreiber Abbot und den Mediziner Huxtable kennen, die seine besten Freunde wurden; mit ihnen korrespondierte, experimentierte und las er viel, dabei auf die Verbesserung seiner Aussprache Bedacht nehmend. Von einem Bekannten Riebaus, einem Mitglied der Royal Institution, namens Dance wurde er zu vier Vorlesungen Davys mitgenommen, und zwar am 29. Februar, 14. März, 8. und 10. April 1812.

Die Royal Institution ist im Jahre 1799 durch Graf Rumford mit privaten Mitteln als Lehr- und Versuchsanstalt gegründet worden, zunächst zur Popularisierung der Wissenschaft, woraus sich dann die Pflege der wissenschaftlichen Forschung entwickelte. Es wurden Kurse und Vorträge zur naturwissenschaftlichen Belehrung und Behandlung des jeweiligen Standes der Wissenschaften abgehalten, und waren namentlich die Freitagabende berühmt, an welchen bedeutende Gelehrte die Ergebnisse ihrer Forschungen erstmalig zur Mittheilung brachten.

Das Vereinshaus (Abb. 3) in der Albemarle Street gelegen, umfaßte ein Laboratorium, eine Instrumenten-



Abb. 3.

sammlung, eine große Bibliothek, Wohnräume und einen Hörsaal für fast 700 Hörer (Abb. 4).

Faraday saß hier auf der Galerie, oberhalb der Uhr gegenüber dem Experimentiertisch, zum erstenmal

den Vorträgen des hervorragenden Gelehrten Davy gespannt lauschend, der schon im Jahre 1801 mit der

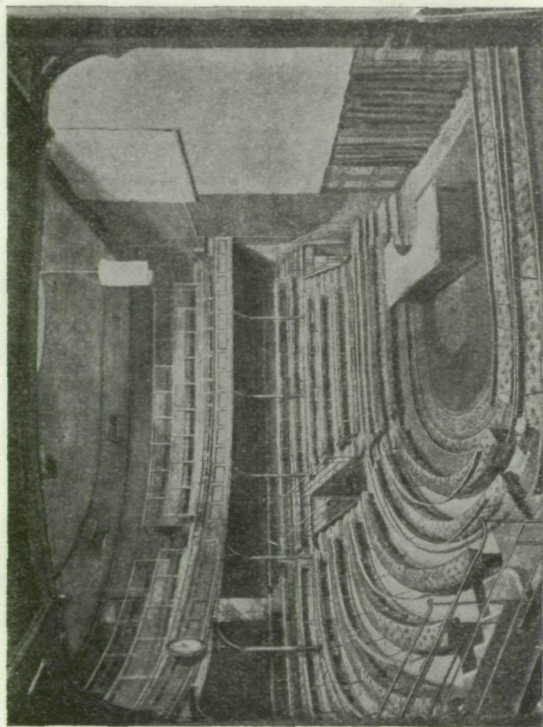


Abb. 4.

Abhaltung des Lehrkurses betraut worden war und schon damals mit seinem ersten Vortrag über Galvanismus größten Erfolg erntete und zehn Jahre hin-

durch die Royal Institution zum Sammelpunkt der vornehmsten Gesellschaft machte. Zur Zeit, als Faraday nun zum erstenmal den Hörsaal der Royal Institution betrat, war Davy 34 Jahre alt, hatte die Höhe seines Ruhmes erreicht, war eben vom König geadelt worden und heiratete gleichzeitig eine reiche Witwe, deren hochmütiger, unschöner Charakter alsbald Davy ungünstig beeinflusste, so daß er seine Professur niederlegte und nur die Benützung des Laboratoriums beibehielt. Es war nun für Faraday bedeutsam, den vier letzten Vorträgen Davys beiwohnen zu können, die er nachher sorgfältig ausarbeitete und mit Zeichnungen versah, so gut er es eben konnte. Über die Wirkung dieser Vorträge hat Faraday selbst in einer Aufzeichnung sich geäußert: „Mein Wunsch, wissenschaftlich beschäftigt zu sein, sei es auch auf der niedrigsten Stufe, erfüllte mich so ganz, daß ich es in meiner Unkenntnis der Welt und in der Einfachheit meines Gemütes als Buchbinderlehrling wagte, an Sir Joseph Banks zu schreiben, der damals Präsident der Royal Society war. Natürlich erhielt ich auf eine Anfrage wegen meines Schreibens beim Portier den Bescheid: „Keine Antwort.“ Bald darauf, Ende 1812, war die Lehrzeit Faradays abgelaufen; er kam als Buchbindergeselle zu dem Meister de la Roche; dessen heftiger Charakter nicht allein Ursache war, daß er sich wieder weg sehnte, sondern auch sein lebhafter Drang nach wissenschaftlicher Betätigung bewog ihn, auf Anraten seines Gönners Dance, sich

an Davy zu wenden. Faraday legte seinem an diesen gerichteten Brief, der heute noch erhalten ist, die vier nachgeschriebenen Vorlesungen samt Zeichnungen mit dem Wunsche bei, im Laboratorium der Royal Institution irgendwelche Beschäftigung zu erhalten. Über diese Angelegenheit berichtet nun Faraday an Dr. Paris, dem Freund und Biographen Davys unter anderem folgendes: „... am Anfang des Jahres 1813 verlangte er (Davy) mich zu sprechen und sprach dann mit mir von der Laborantenstelle am Laboratorium der Royal Institution, die gerade frei war.

Aber zur selben Zeit, wo er auf solche Weise meinen Wünschen nach wissenschaftlicher Beschäftigung entgegenkam, riet er mir auch, die Aussichten, die als Handwerker vor mir lägen, nicht so ohne weiteres aufzugeben. Denn die Wissenschaft, sagte er, ist eine gestrenge Herrin, und wenn man den Geldpunkt in Betracht zieht, so gibt sie ihren Dienern nur einen kärglichen Lohn. Er lächelte über meine Ansicht, daß wissenschaftliche Männer edlere und moralischere Gefühle hätten als andere und meinte, was das anbetreffe, so wolle er mich der Erfahrung von wenigen Jahren überlassen, die mich über diesen Punkt hinlänglich belehren würden. Kurz und gut, dank seinen Bemühungen trat ich Anfang März 1813 als Laborant im Laboratorium ein.“

Faradays Wochenlohn als Laborant betrug 25 Shilling; als Wohnung erhielt er in der Royal Institution zwei Dachstuben. Gar bald durfte er an

der Seite Davys experimentieren, und gleich anfangs bei Versuchen mit dem äußerst gefährlichen Chlorstickstoff verletzte er sich bei einer erfolgten Explosion, allerdings nur unbedeutend. Das war am 9. April 1813. Im selben Jahr wurde er als Mitglied der bereits genannten philosophischen Gesellschaft durch Tatum eingeführt.

Am 14. Oktober gleichen Jahres trat Davy mit seiner Frau eine eineinhalbjährige Reise auf den Kontinent an, auf der er die hervorragendsten Gelehrten besuchte, mit denen Faraday als Reisebegleiter und Sekretär Davys bekannt wurde; so mit namhaften Persönlichkeiten wie Ampère, Arago, Gay-Lussac, Chevreul, Dumas, Volta und vielen anderen in Paris, Mailand, Turin, Genua, Florenz, Rom, Genf und anderen Städten.

Der französische Gelehrte Dumas äußerte seinen Eindruck in seiner „Eloge Historique“: „Davy haben wir bewundert, aber Faraday geliebt.“ Faraday wohnte vielen wichtigen Laboratoriumsexperimenten bei und bereicherte seine Kenntnisse bei den wertvollen wissenschaftlichen Diskussionen, wodurch er die Kraft gewann, sein mächtiges Heimweh zu unterdrücken und die unleidliche Behandlung seitens Davys Frau zu ertragen. Nach Rückkehr von der Reise am 23. April 1815 oblag Faraday, nunmehr dauernd angestellt, als Assistent seinen Verpflichtungen, hielt am 17. Jänner 1816 seinen ersten Vortrag in der Philosophischen Gesellschaft; von seinen weiteren Vorträgen

dasselbst sei der über strahlende Materie im Jahre 1816 hervorgehoben und nach Abschluß seiner Vortragsreihe über Chemie, das Thema über „Geistige Trägheit“. Im Jahre 1816 veröffentlichte er seine erste Schrift über eine Analyse von Ätzkalk in der von der Royal Institution herausgegebenen wissenschaftlichen Zeitschrift Quarterly Journal Science. Faraday nahm auch Unterricht in der Rhetorik, assistierte bei den Vorträgen des Professors Brande, welcher an Stelle Davys getreten war, der sich nur mehr mit wissenschaftlichen Arbeiten beschäftigte und dabei Faraday als Mitarbeiter stark heranzog. In den drei Jahren 1817 bis 1819 sind im Quarterly Journal 36 Berichte und Abhandlungen, meist chemischen Inhaltes, erschienen, welchen Arbeiten Faradays noch keine besondere Bedeutung zukam.

Nun trat für Faraday eine wichtige Wende ein, grundlegend für seine fernere Lebensgestaltung und für die nun beginnenden großen wissenschaftlichen Leistungen; 29 Jahre alt, heiratete er am 12. Juni 1821 die 21jährige Tochter Sarah des Silberschmiedes Barnad, der Mitglied und Ältester der Religionsgemeinde der Sandemanier war. Schon als Kind begleitete Faraday seine Eltern jeden Sonntag in die Kirche dieser Sekte, die ausschließlich an der Bibel festhielt, keine Priester, sondern einen „Ältesten“ an der Spitze hatte. Die Gemeinde lebte abgeschlossen, mit dem obersten Grundsatz gegenseitiger Aufrichtigkeit und Pflege der Wohltätigkeit; Meinungsverschieden-

heiten wurden nicht geduldet. Später, 1840, wurde Faraday zum „Ältesten“ gewählt und hielt jeden Sonntag, wenn er in London war, die Predigt. Als er es einmal vorzog fern zu bleiben, da er befohlen war, mit der Königin zu speisen, und dies ohne Reue zu verteidigen suchte, wurde er als ordentliches Mitglied ausgeschlossen. Trotzdem wohnte er regelmäßig den religiösen Zusammenkünften bei und wurde schließlich als „Ältester“ wieder aufgenommen.

In einer Gedenkschrift kennzeichnete Tyndall Faradays echte Frömmigkeit mit dem charakteristischen Ausspruch: „Faraday glaubte, daß das menschliche Herz von einer Kraft regiert wird, die mit Wissenschaft und Logik nichts zu tun hat. An dem Glauben hielt er fest, fühlte sich gestärkt, sein Leben verschönt. Wenn Faraday seine Gebettür öffnete, so schloß er seine Laboratoriumstür zu.“

Knapp vor seiner Eheschließung war Faraday zum Oberinspektor des Hauses und Laboratoriums der Royal Institution befördert worden. Er konnte hier mit seiner Frau die Wohnung beibehalten; sein Gehalt betrug 100 Pfund Sterling per Jahr. Er hatte bereits als Analytiker in der Chemie fachmännischen Ruf sich erworben; nun setzte seine rastlose Forschertätigkeit ein, die raschen Aufstieg nahm.

Seine erste große Entdeckung war die elektromagnetische Rotation, die Drehung einer vom elektrischen Strom durchflossenen Drahtspule um den Pol eines Magnets. Vor Vergnügen tanzte er mit strahlen-

dem Gesicht und lebhaften Ausrufen um den Experimentiertisch, und beschloß den Tag in Gesellschaft, mit dem Besuch eines Zirkus, um Pferde zu sehen, was zu seinen Lieblingserholungen, außer Wanderungen in der Natur, zählte; sonst erfreuten ihn insbesondere die Erscheinungen des Gewitters und des Regenbogens, die auf sein poetisches Gemüt wohlthätig einwirkten.

Am Weihnachtstag desselben Jahres rief er seine Frau herbei, um ihr die Rotation eines elektrischen Leitungsdrahtes durch den bloßen Einfluß des Erdmagnetismus zu zeigen.

Dieser zweiten wichtigen Entdeckung folgte im Jahre 1823 die Verflüssigung des Chlorgases im eingeschmolzenen Rohr. Hier zeigte sich die immer mehr zunehmende Eifersucht Davys auf seinen Schüler, indem er in schroffer Weise die Priorität für die Verflüssigung der Gase überhaupt für sich in Anspruch nahm, und dies in einer Abhandlung der Royal Society zum Ausdruck brachte. Im Gegensatz hiezu fand Faraday alsbald, daß weder er noch Davy die eigentlichen Entdecker der Chlorgasverflüssigung waren, worüber er im Quarterly Journal ausführlich berichtete. Die Verstimmung Davys wurde hiedurch, sowie durch einschneidende Zerwürfnisse mit seiner Frau und durch die Vorboten einer schweren Krankheit derart verstärkt, daß er gelegentlich bei der am 8. Jänner 1824 erfolgenden Aufnahme Faradays als Mitglied der Royal Society, deren Präsident er damals war, als einziger seine Gegenstimme bei der Wahl abgab.

Bei aller Genialität Davys hafteten ihm auch schwere Mängel an; abgesehen davon, daß ihm beim Arbeiten, im krassen Gegensatz zu Faraday, Ordnung und Methodik fast gänzlich fehlten, minderten die Zerstreuungen, infolge seines Hanges zu reger Beteiligung am gesellschaftlichen Leben, seine Konzentration. Es war daher für ihn von Vorteil, daß seine Oberflächlichkeit durch die gewissenhaften Aufzeichnungen Faradays gemildert wurde. Faraday hat Kränkung, Ungerechtigkeit und Launenhaftigkeit, die er von seinem Lehrer und Meister erdulden mußte, nie nachgetragen, sondern gedachte Davys stets in größter Dankbarkeit für die Einführung in die wissenschaftliche Laufbahn.

Im Jahre 1825 entdeckte Faraday das Benzol im Leuchtgas. Das Gas wurde damals schwererreichbaren Stadtteilen Londons in Metallkesseln geliefert, und zeigte sich dabei mit der Zeit eine Minderung der Leuchtkraft des Gases. Die Gasfabrikanten baten Faraday um Rat. Seine Untersuchung ergab als Ursache der Leuchtkraftabnahme die Absonderung einer Flüssigkeit an der Innenwand der Kessel. In dieser Flüssigkeit entdeckte Faraday einen neuen Kohlenwasserstoff, dessen Zusammensetzung und Eigenschaften er bestimmte und den er Zweifach-Kohlenwasserstoff nannte, der dem heutigen Benzol entspricht. Eine praktische Auswertung dieser Angelegenheit lag ihm bei seiner rein wissenschaftlichen Arbeitsrichtung fern. Erst zwanzig Jahre später hat A. W.

Hoffmann aus dem Steinkohlenteer, einem Nebenprodukt der Gasfabrikation, das Benzol gewonnen; es stellt bekanntlich das wichtige Ausgangsmaterial für die Herstellung von Nitrobenzol und Anilin dar, und weiters für die auf Umwegen daraus gewinnbaren Farb- und Sprengstoffe, Heilmittel und andere wertvolle Produkte in der heutigen organisch-chemischen Großindustrie.

Noch im Jahre 1825 wurde Faraday zum Direktor des Laboratoriums in der Royal Institution befördert, während Brande Professor der Chemie blieb. Es war Faraday eine Herzenssache den Vorlesungsbetrieb auszugestalten und in eine regelmäßige Bahn zu bringen; so wurden die Freitag-Abendvorträge von jetzt ab systematisch abgehalten. Ferner hat Faraday die Weihnachtsvorträge für die Jugend eingeführt; ein Zyklus derselben über „Die Naturgeschichte einer Kerze“ liegt in deutscher Übersetzung vor, von welcher im Jahre 1883 eine zweite Auflage erschien. Das einzige Buch, das Faraday geschrieben hat: „Chemical Manipulations“, kam im Jahre 1827 heraus; er erlebte drei Auflagen davon, eine weitere Neuauflage verweigerte er im Jahre 1838, weil sie ihm nicht mehr zeitgemäß erschien.

In der Zeit von 1825 bis 1829 arbeitete Faraday an der Verbesserung der Fabrikation optischer Gläser, nachdem hiefür auf Anregung der Royal Society sich ein Komitee gebildet hatte. Faraday übernahm den chemischen Teil zur Bearbeitung. Seine

mühseligen Forschungen hatten aber keinen nennenswerten praktischen Erfolg. Ein Kristallglas, das er unter anderem herstellte (ein Borbleisilikat), sollte ihm später bei seinen bahnbrechenden optischen Untersuchungen große Dienste leisten.

Faraday hatte bei seinen Glasexperimenten den Militäristen Anderson als Laboranten beigelegt erhalten, der dann dauernd bei ihm blieb, und dessen Sorgfalt, Beharrlichkeit, Genauigkeit und Treue er in seinen wissenschaftlichen Aufzeichnungen hervorhob.

Im Jahre 1829 übernahm er die Verpflichtung, an der königl. Militärakademie zu Woolwich 20 Vorträge pro Jahr zu halten.

Die Zeit von 1816 bis 1830 gilt als die erste Schaffensperiode Faradays, während die zweite der folgenden zehn Jahre, als die fruchtbarste gilt und Faradays größte Entdeckungen umfaßt. Bis Ende 1830 hatte er schon 60 Originalberichte veröffentlicht, genoß den Ruf als größter vortragender Lehrer, wodurch er auch den Ruf der Royal Society begründete; auch hatte er schon viele Auszeichnungen gelehrter Gesellschaften erhalten.

Außer seinem Gehalt, verfügte er schon über ein ansehnliches jährliches Nebeneinkommen; beispielsweise im Jahre 1830 über ein solches von 1000 Pfund Sterling, das sich weiterhin zweifellos noch bedeutend erhöht hätte. Aber Faraday lehnte es fürderhin ab als Sachverständiger, wenn auch noch so einträgliche Arbeiten zu übernehmen. Er brauchte Ruhe und Zeit,

seinem wachsenden Forschungstrieb folgen zu können. Dieser unbändige Drang brachte es mit sich, daß Faraday in der nun folgenden zweiten Schaffensperiode zwar zu unübertrefflichen Hochleistungen gelangte, die aber mit einer Überanstrengung bis zur Erschöpfung verknüpft waren, so daß er in den Jahren 1836 und 1837 zur Wiederherstellung seiner Kräfte eine Reise in die Schweiz mit seiner Frau unternahm. Insbesondere stellte sich wiederholt abnorme Gedächtnisschwäche ein.

In den genannten zehn Jahren, der Zeit seiner klassischen Experimentalforschung über Elektrizität, hat er 17 umfangreiche, erstklassige, glänzende Entdeckungen aufzuweisen. Seine Untersuchungen über die Elektrizität hat Faraday in 30 Reihen unter dem gemeinsamen Titel: „Experimental Researches in Electricity“ in der Royal Society hinterlegt, später in drei dicken Bänden mit 3430 numerierten Paragraphen in den „Philosophical Transactions“ abgedruckt. Im ganzen hat Faraday überhaupt 158 Schriften verfaßt, die im Katalog der Royal Society angeführt sind. Der Beginn Faradays Forschung über Elektrizität schließt an die Arbeiten von Oersted und Ampère an.

Bis zum Jahre 1820 zeigte die Entwicklung der Elektrizitätslehre einen gewissen Stillstand. In diesem Jahre entdeckte Oersted die Einwirkung des elektrischen Stromes auf einen beweglichen Magnet, der sich senkrecht zur Strombahn zu stellen sucht. Dies führte zur Erfindung des Galvanometers und Multiplikators durch Schweigger und Poggendorf.

Noch im selben Jahre hat Ampère seine Theorie für diese Wechselwirkung zwischen Strom und Magnet aufgestellt. Faraday hat, wie bereits erwähnt, schon zur Zeit seiner Verheiratung, dieses Problem des Elektromagnetismus zu studieren begonnen, und entdeckte dabei die Drehung eines Stromdurchflossenen Drahtes um den Magnetpol. Zur selben Zeit stellte Davy zum erstenmal zwischen zwei Kohlenspitzen den elektrischen Lichtbogen her. 1822 wurde von Seebeck die Thermoelektrizität entdeckt, und 1825/1826 stellte Ohm sein nach ihm benanntes Gesetz auf, das die Beziehung zwischen Stromstärke, Spannung und elektrischem Widerstand quantitativ klarlegte, bei welcher experimentellen Durchführung das Galvanometer beste Hilfsdienste leistete. Im Jahre 1831 beginnt Faraday nun wieder sich mit dem Elektromagnetismus zu beschäftigen, zurückgreifend auf seine seinerzeitige erste Arbeit der elektromagnetischen Rotation; auch kannte er Sturgeons Erfindung des Elektromagnetes. Faraday entdeckte nun das Induktionsprinzip, das erst 36 Jahre später, 1867, Werner von Siemens zur Aufstellung des dynamoelektrischen Prinzipes und zum Bau der ersten Dynamomaschine führte. Faraday sagte sich: wenn man in einem Elektromagneten (ein von einer Drahtspirale umgebener Weicheisenkern) mit Hilfe des elektrischen Stromes Magnetismus erzeugen kann, so muß es auch umgekehrt möglich sein, aus Magnetismus Elektrizität zu erzeugen. Zehn Tage hindurch mühte er sich angestrengtest ab, das Problem zu lösen,

die gegenseitige Anordnung von Magnet und geschlossener Drahtspirale verschiedentlich ändernd, bis er endlich beim Hineinstoßen eines Magnets in eine an ein Galvanometer angeschlossene Drahtspirale einen Stromstoß in der einen Richtung, beim Herausziehen des Magnets einen Stromstoß in Entgegengesetzter Richtung wahrnahm; wurde der Magnet in der Drahtspirale in ruhender Lage gelassen, blieb die stromerzeugende Wirkung aus. Damit war die Lösung des gestellten Problemes, und zwar am 17. Oktober 1831 erfolgt.

Es ist bezeichnend, daß Faraday in diesen Tagen immer ein mit Draht umwickeltes Eisenstäbchen in der Tasche hatte, um es von Zeit zu Zeit zu betrachten und seine Gedanken darauf zu konzentrieren. Bei einem weiteren Experiment bewegte er zwischen den zwei Polen eines Magnets einen Draht, der an das Galvanometer angeschlossen war; dabei wurde vom Meßinstrument ein Strom angezeigt; ließ er den Draht zwischen den Polen unbewegt, zeigte sich kein Strom. In der Beschreibung dieses Versuches spricht Faraday vom Schneiden der magnetischen Kurven durch das Metall; und in einer Notiz hiezu sagt er: „magnetische Kurven nenne ich die Linien von magnetischen Kräften, welche mit Hilfe von Eisenfeilspänen dargestellt werden können“. Damit war der Begriff der Kraftlinien angedeutet, welcher von Faraday später noch ausführlicher behandelt wurde und bei seinen weiteren Studien über Elektrizität eine hervorragende

Rolle spielt, und ohne welchen Begriff die moderne Elektrotechnik überhaupt nicht auskommt. Über die Entdeckung des Induktionsprinzipes hielt Faraday am 24. November 1831 in der Royal Society einen Vortrag, der im Jänner 1832 im Druck erschien.

Faraday fand noch die induzierende Wirkung eines stromdurchflossenen Leiters auf einen zweiten geschlossenen Leiter; ebenso führte er auf Induktionswirkung ein Phänomen zurück, das sich zeigt, sobald eine Kupferscheibe zwischen den Polen eines Magnets rotiert, wobei ein Strom wahrgenommen wird, wenn Achse und Rand der Scheibe mit einem Galvanometer verbunden sind.

In den nächstfolgenden Jahren beschäftigte sich Faraday mit der Untersuchung der Gleichheit der Elektrizität verschiedenen Ursprunges (Reibungs-, Magneto- und Galvanische Elektrizität). Alle drei Arten können Wasser zersetzen und andere chemische Wirkungen hervorrufen, ebenso alle auf das Galvanometer wirken. „Was immer für eine Elektrizitätsart vorliegt, immer stehen die gleiche chemische Wirkung und Wirkung auf die Magnetnadel im direkten Verhältnis zur absoluten Strommenge“; publiziert 1833.

Das Jahr 1834 brachte Faraday den Erfolg einer langen Versuchsreihe, die sich eingehend auf die chemische Wirkung des elektrischen Stromes bezog und zur Aufstellung der nach ihm benannten zwei Grundgesetze führte, die den Ausgangspunkt der modernen Theorie der Elektrochemie bilden. Gleich-

zeitig stellte er eine heute noch international angewendete Nomenklatur auf, die er mit der ihm inwohnenden Gewissenhaftigkeit mit Beziehung des sprachkundigen Whewell glücklich getroffen hatte. Die durch den elektrischen Strom beeinflusste Lösung nannte er Elektrolyt, den hierbei stattfindenden Vorgang der Zersetzung der Lösung Elektrolyse; die Pole, das sind die Behelfe, mittels welchen der Strom dem Elektrolyten zu- bzw. aus ihm abgeführt wird, heissen Elektroden;

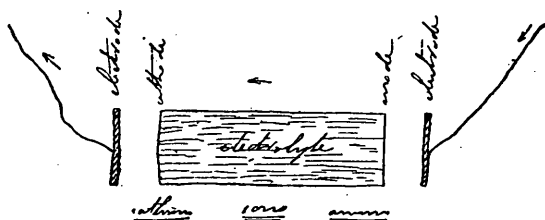


Abb. 5.

die stromzuführende Elektrode bezeichnete Faraday als Anode, die stromabführende als Kathode; das infolge der Wirkung des elektrischen Stromes zur Anode wandernde Spaltprodukt des Elektrolyten bekam den Namen Anion, das zur Kathode wandernde den Namen Kation; beide Spaltprodukte erhielten allgemein den Namen Ionen (Abb. 5, eigenhändige Zeichnung und Beschreibung Faradays).

Bei der Untersuchung der chemischen Wirkung des elektrischen Stromes in einer Lösung benützte Faraday zur quantitativen Messung der an den

Elektroden abgeschiedenen Stoffmengen den elektrischen Wasserzersetzungsgesetz (Voltameter). Das erste Faraday-Gesetz lautet: die an einer Elektrode abgeschiedene Stoffmenge ist der durch den Elektrolyten geflossenen Elektrizitätsmenge proportional. Das zweite Faraday-Gesetz besagt, daß die von ein und demselben Strom in ein und derselben Zeit aus verschiedenen Lösungen abgeschiedenen Stoffmengen sich im Verhältnis ihrer chemischen Äquivalentgewichte abscheiden.

Um dies zu verstehen, ist der Begriff des Äquivalentgewichtes notwendig, der sich aus folgendem ergibt: die kurze chemische Schreibweise für Wasserstoff H bedeutet 1 Atom mit dem ihm zukommenden Atomgewicht 1.008; für Sauerstoff O 1 Atom Sauerstoff mit dem Atomgewicht 16; in der Formel für 1 Molekül Wasser H_2O ist die Bindung von 2 Atomen Wasserstoff mit 1 Atom Sauerstoff gekennzeichnet. Es wird die einem Atom Wasserstoff zukommende Bindungsfähigkeit (Wertigkeit oder Valenz) zur Grundlage genommen und Wasserstoff als einwertig bezeichnet. Dann kommen dem Atom Sauerstoff 2 Wertigkeiten zu, da es mit 2 einwertigen Wasserstoffatomen zu einem Molekül Wasser sich verbindet. Es ist daher $\frac{1}{2}$ Sauerstoffatom gleichwertig, äquivalent 1 Wasserstoffatom; gewichtsmäßig sind $\frac{16}{2}$ g Sauerstoff äquivalent 1 g Wasserstoff. Oder allgemein entspricht das Äquivalentgewicht dem Quotienten aus Atomgewicht durch Wertigkeit des betreffenden Stoffes. Auf diese Äquivalentgewichte bezieht sich das zweite Faraday-Gesetz.

Aus diesem ergibt sich weiterhin, daß äquivalente Stoffmengen die Träger gleicher Elektrizitätsmengen sind. In einer Notiz spricht Faraday seine Scheu vor dem Ausdruck Elektrizitätsatom aus, für welche elektrische Atomladung später Helmholtz den Ausdruck Elektron (elektrisches Elementarquantum) prägte. In Faraday schlummerte bereits auch der Inhalt von dem Gesetz der Erhaltung der Energie; er war sich jedoch des Unterschiedes zwischen Arbeit und Kraft nicht bewußt, und konnte daher den Begriff der Energie nicht erfassen.

Im Jahre 1836 übernahm Faraday die Stelle eines wissenschaftlichen Beraters am Trinity-House, das die Ausübung des Leuchtturmdienstes in Großbritannien zu versehen hatte, und leistete 30 Jahre hindurch außerordentliche Arbeit in dieser Stellung. Auch war er wissenschaftlicher Berater der Admiralität.

Faraday beschäftigte sich noch eifrig mit der Entstehung der elektromotorischen Kraft im Voltaelement, und erklärte endgültig, daß es sich hier um die Umwandlung chemischer Kraft in elektrische Kraft handelt und daß die Kontakttheorie Voltas aus Gründen der Umwandelbarkeit von Kräften fallen gelassen werden muß, was er in zwei der Royal Society vorgelegten Schriften energisch zum Ausdruck brachte.

Schon hatten sich bei Faraday seit längerem Gesundheitsstörungen eingestellt, die jetzt so heftig auftraten, insbesondere Gedächtnisschwäche, daß er zwar noch Vorlesungen hielt, aber die Forschungs-

arbeiten vollständig einstellen mußte. Von 1840 bis 1844 mußte er sich vollständiger Ruhe hingeben, um sich von dem Zusammenbruch seiner Kräfte zu erholen.

Nach der größeren Ruhepause, Faraday stand jetzt im 54. Lebensjahr, nahm er 1845 die Behandlung seiner Probleme wieder auf, allerdings mit großer Rücksichtnahme auf seine Gesundheit; und jetzt gelang ihm eine Entdeckung, die als eine kapitale, großes Aufsehen erregte: die Ergründung des Zusammenhanges von Magnetismus und Licht, wonach unter bestimmten Bedingungen ein magnetisches Feld den polarisierten Lichtstrahl drehend zu beeinflussen vermag. Seinem Grundsatzes getreu: „Work, finish, publish“ übersandte er der Royal Society eine Schrift: „Über Wirkungen der Magnete auf Licht.“ Damit hatte er seine dritte Forschungsperiode begonnen.

Im selben Jahre gelang ihm noch die ebenso hervorragende Entdeckung des Para- und Diamagnetismus; alle Materie ist mehr oder weniger magnetisch; und zwar gibt es zweierlei Stoffe: solche, die sich zwischen den Magnetpolen parallel zur Kraftlinienrichtung einstellen, und solche, die sich senkrecht dazu richten.

Von großem, wissenschaftlich nachhaltigem Eindruck waren die von Faraday ein Jahr darauf, nach einem Brief an Richard Phillips durch Abdruck bekanntgewordenen „Gedanken über Strahlenschwingungen“ mit der glänzenden Andeutung der später von Maxwell 1864 veröffentlichten mathematisch behandelten

elektromagnetischen Lichttheorie. Maxwell kennzeichnet seine Beziehung auf Faraday folgendermaßen: „Der Begriff der Fortpflanzung von transversalen magnetischen Störungen, mit Ausschluß der normalen, ist deutlich von Professor Faraday in seinen ‚Gedanken über Strahlenschwingungen‘ auseinandergesetzt. Die elektromagnetische Lichttheorie, wie sie von ihm vorgeschlagen ist, ist wesentlich dieselbe, die ich in diesem Bericht entwickelt habe, außer daß im Jahre 1846 keine Daten vorhanden waren, um die Schnelligkeit der Fortpflanzung zu berechnen.“

Durch Faraday, Clerk Maxwell und Heinrich Hertz erstand die Optik der Elektrizitätslehre, die durch Bohr den Anstoß zur Entwicklung der modernen Theorie vom Atombau gab. Weiters machte sich dann die Auffassung elektrischer Ladungen als Elementarquanten geltend, mit deren Heranziehung ein wirkungsvoller vertiefter Einblick in den Atombau der Materie gewonnen wurde; mit der Quantentheorie ist endlich die heutige Lichtquantentheorie verknüpft, deren Grundlage Max Planck geschaffen hat, die dann wieder zur „Wellenmechanik“ Schrödingers und „Quantenmechanik“ Heisenbergs (beide im Jahre 1926) führte, womit der gegenwärtige Stand dieses Forschungsgebietes erreicht ist; die Anschauung über die Atomstruktur hat auf diesem Wege der Entwicklung der Theorie eine wesentliche Änderung erfahren.

Wieder war im Gesundheitszustand Faradays eine arge Störung eingetreten und mußte eine Ruhepause

eingeschaltet werden. Aber schon im Jahre 1848 gelang ihm die Beobachtung des magnetischen Einflusses auf Kristalle, einer richtenden Wirkung, die mit der Kristallstruktur im engsten Zusammenhange steht. Und in einer zweiten Arbeit suchte er den von Bancalari aufgefundenen Magnetismus der Flamme auf Gase zu übertragen. Abermals klagte Faraday über große Vergeßlichkeit und Unfähigkeit zum Arbeiten; aber 1851 ist er wieder im Laboratorium mit der Induktion elektrischer Ströme beschäftigt und fast seine Anschauung „über die magnetischen Kraftlinien, ihren bestimmten Charakter und ihre Verteilung in einem Magneten und durch den Raum“ zusammen, welche große Arbeit 1852 in Druck erschien. Tyndall sagt darüber: „die Entdeckung der Magnetoelektrizität erscheint mir, je mehr ich darüber nachdenke, als das größte experimentelle Versuchsergebnis, das je ein Naturforscher erreicht hat“; und weiters: „Michael Faraday war der größte Experimental-Philosoph, den die Welt jemals gesehen“.

Faraday beschäftigte sich noch mit der Erforschung des Zusammenhanges der Kraftlinien mit der Gravitation; er zeigt sich als Gegner der atomistisch-mechanischen Anschauung, und betrachtet die Substanz nicht als Körper begrenzt, sondern durch den ganzen Raum bis in unbegrenzte Weiten wirkend. Von jedem Atom gehen überallhin Kraftbüschel aus, die das Atom im Raume allgegenwärtig machen, je nach der Entfernung in verschiedener Intensität.

• Im Jahre 1854 entdeckte Faraday die Kapazitätserscheinung beim Stromdurchfluß in einem mit Guttapercha überzogenen Kupferdraht unter Wasser, einer Wirkung wie bei Leydnerflaschen; was bei der Verwendung von Unterseekabeln von größter praktischer Bedeutung geworden ist.

1856 studierte Faraday die verschiedenen Formen des Goldes, die roten und blauen Goldlösungen mit reichlichen Beobachtungsergebnissen, einen Gegenstand der heutigen Kolloidchemie, ohne deren Entwicklung besonders beeinflußt zu haben.

Im Jahre 1857 gibt er sich mit dem Problem der Fernwirkung ab, als deren Gegner er sich zeigte, und beschäftigte sich mit der Umwandlung der verschiedenen Kräfte, insbesondere der Gravitation, ohne in letzter Hinsicht zu einem Erfolg zu gelangen. Im selben Jahre wurde ihm die Präsidentschaft der Royal Society angetragen, die er abwies; zu Tyndall seinem Nachfolger, äußerte er sich darüber: „Ich muß einfach Michael Faraday bleiben.“

Im Jahre 1858 wurde ihm von der Königin, auf Anregung des ihn hochschätzenden Prinzregenten Albert, ein Haus im königlichen Park von Hampton Court lebenslänglich zur Verfügung gestellt. Nebenbei behielt er aber die Wohnung in der Royal Institution, um sie gelegentlich zu benützen. (Abb. 6, Faradays Laboratorium, und Abb. 7, Studierzimmer an der Royal Institution; Abb. 8, Faradays Haus, Hampton Court.)

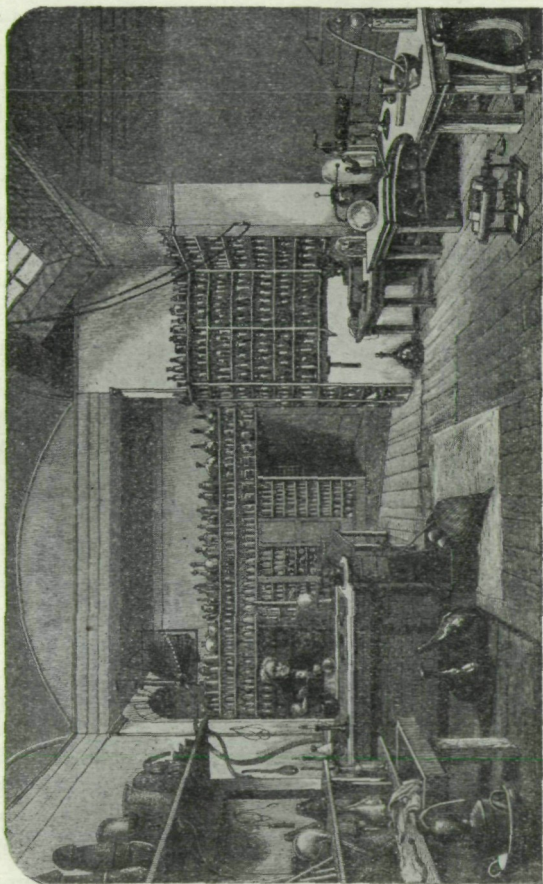


Abb. 6.

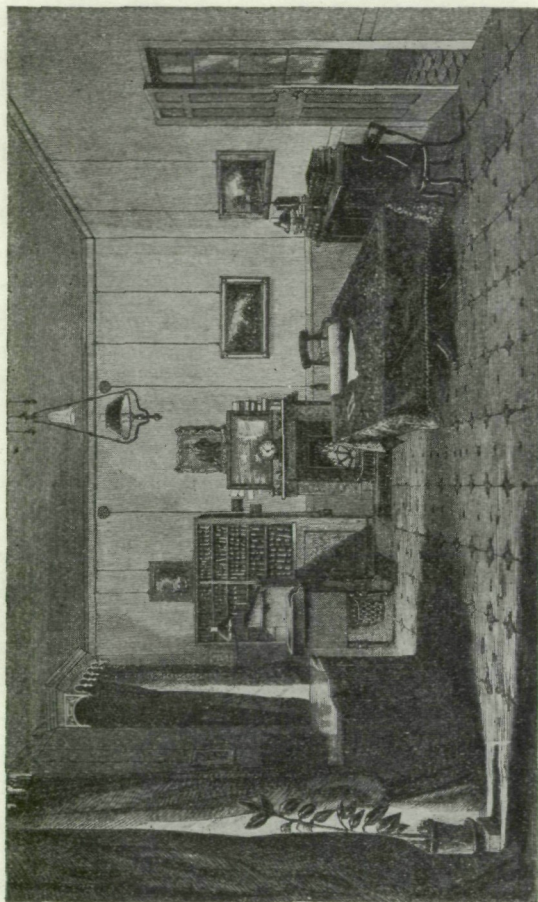


Abb. 7.

Im Jahre 1860 hielt er seine letzte Weihnachtsvorlesung für die Jugend. Und 1861 suchte er um die Enthebung von der Verwaltung der Royal Institution an, die jedoch mit der lebhaftesten Anerkennung seiner Verdienste nicht genehmigt wurde, er legte aber seine Professur nieder, da er sein siebenzigstes Lebensjahr erreicht hatte.

Am 12. März 1862 arbeitete er zum letztenmal in seinem Laboratorium; mit einem Steinheilschen Spektrometer wollte er den Einfluß des Magnetismus auf Spektrallinien feststellen, was ihm aber nicht gelang. Was Faraday mit seinem scharfen Ahnungsvermögen hier gesucht hatte, fand Zeeman erst im Jahre 1897.

Am 20. Juni desselben Jahres, 1862, hielt Faraday seine letzte Freitag-Abendvorlesung. Silvanus Thompson berichtet hierüber: „Sie behandelte Siemens Gas-Hochöfen; er (Faraday) war in Swansel gewesen, hatte die Hochöfen in Betrieb beobachtet und sich nun vorgenommen, ihr Prinzip zu beschreiben. Es war ein trauriger Abend, an dem er diese letzte Vorlesung hielt, denn es war nur zu klar, daß seine Kräfte stark schwanden. Schon zu Beginn des Abends hatte er das Unglück, die Notizen, die er dazu vorbereitet hatte, zu verbrennen und wurde verwirrt. Er schloß mit einer rührenden persönlichen Erklärung, daß mit den zunehmenden Jahren sein Gedächtnis versage, und daß, um anderen gerecht zu werden, er es für seine Pflicht halte, sich zurückzuziehen.“

Im Jahre 1864 legte Faraday die Stelle als Gemeindeältester der Sandemanier nieder, und 1865 suchte er neuerdings um die Enthebung von der Verwaltung der Royal Institution an, die ihm gewährt wurde mit der Beifügung, daß er als Oberinspektor des Hauses und der Laboratorien verbleibe, und daß



Abb. 8.

er nach Gutdünken sich betätigen möge. Bis zu diesem Jahre hatte er auch für das Trinity-Haus noch gewirkt, nunmehr auch diese Stelle zurücklegt. Er nahm noch an den Freitagsabendvorlesungen teil, aber sein körperlicher und geistiger Zerfall wurde allgemein bemerkt.

Ein seltenes, großes Leben ging seinem Ende entgegen; ein Leben, von dem Ostwald sagt, „man hat das lebendige Gefühl, vor einer einzigartigen Er-

scheinung innerhalb der Wissenschaftsgeschichte zu stehen. Zwar gibt es noch viele Forscher, die ihr Leben, oder doch einen großen Teil desselben, einer einzigen Hauptaufgabe gewidmet haben; aber in der freiwilligen Beschränkung eine solche Tiefe und dabei eine solche Mannigfaltigkeit zu erreichen, ist wohl keinem andern gegeben gewesen“.

Faradays Aufschwung zu den Höchstleistungen wurde dadurch ermöglicht, daß die glänzende Begabung unterstützt war durch die freiwillige Abgrenzung des Privatlebens, der Zurückgezogenheit von der Gesellschaft und Politik, und einer ihm eigenen Forschungsmethode, der nicht willkürlich suchenden, sondern gedanklich streng vorbereiteten Inangriffnahme seiner Untersuchungen; im Mittelpunkt stand das Experiment, von dem die darauf aufzubauende Theorie abhing. Dazu kommt der unübertreffliche Ordnungssinn, die scharfe Beobachtungsgabe, die Ausdauer bei der Zielerstrebung, die Begeisterung und Phantasie und das unglaubliche Raumanschauungsvermögen.

Welch umwälzende Wirkung Faradays Genius ausübte, klingt uns aus Boltzmanns Worten entgegen: „die Maxwellsche Theorie“, das ist die in mathematische Form gebrachte Faraday-Theorie, „ist so diametral den Ideen entgegengesetzt, die unter uns zur Gewohnheit geworden sind, daß wir zunächst alle unsere bisherigen Begriffe von der Natur und der Wirkung elektrischer Kräfte hinter uns werfen müssen, ehe wir durch ihre Pforten eingehen können“.

Nicht immer gelang es Faraday, sein gewonnenes Tatsachenmaterial voll auszuschöpfen; so gilt er als einer der Entdecker der Erhaltung der Energie und und der allgemeinen Umwandelbarkeit ihrer Formen; aber wie Ostwald es ausdrückt: „Faraday hat, wie Moses, das Gelobte Land nur von Ferne gesehen und hat es nie betreten.“

In der Biographie Faradays von Gladstone findet sich die lebhafteste Schilderung Faradays als Vortragender an einem Freitagabend, worauf ich wegen Begrenzung meiner Ausführungen leider nur hinweisen kann; ebenso ist es mir versagt, auf die von Gladstone gebrachte ausführliche, plastische Beschreibung Faradays Art beim Experimentieren im Laboratorium und auch des Verlaufes eines ganzen Tages einzugehen.

Bei Faradays Individualität und seiner Besonderheit, nur auf eigene Versuchsbeobachtungen sich stützen zu können, ist es begreiflich, daß er weder Schüler noch einen Nachfolger heranzuziehen vermochte.

Die schon frühzeitig aufgetretene Vergeßlichkeit brachte es wohl auch mit sich, daß Faraday mit besonderem Ordnungssinn alle seine Versuche und Privatnotizen numerierte, und hatte der letzte Paragraph die Nummer 16041.

Dem wissenschaftlichen Reichtum Faradays steht sein einfaches, aber bequemes Privatleben gegenüber. Zwischen seiner Wohnung im oberen Stock und seinem Laboratorium im Erdgeschoß liegt seine stille Schaffenswelt.

Faraday schenkte seinen halben Gehalt an Bedürftige, und zeitlebens unterstützte er seine Mutter. Er erinnerte sich gerne seiner Jugendzeit und hat die vielen Diplome wissenschaftlicher Körperschaften vereinigt zu einem großen Band selbst gebunden (95 Diplome). Darunter befindet sich auch die Auszeichnung der Ernennung Faradays zum auswärtigen Ehrenmitglied der Akademie der Wissenschaften in Wien. Als Kontrast erscheint, daß Faraday gelegentlich einem Besucher selbstgemachte Stiefel zeigte.

Sein Charakter war durchsichtig und rein wie ein Kristall; auch hier zeigt sich mancher Gegensatz zu Davy, seinem Meister, und ist es interessant, wie das Bild beider, im Rahmen einer gesellschaftlichen Veranstaltung, im Roman von Alfred Schirokauer: „Lord Byron, der Roman einer leidenschaftlichen Jugend“ entworfen erscheint.

Als Künstler des Vortrages, las Faraday an Abenden in seiner Wohnung im engen Kreise gerne aus Dichterwerken vor, besonders aus Shakespeare oder Macaulay. Im Grunde genommen war Faraday demütig; er sagte aber selbst von sich: „es wäre ein Irrtum, ich sei nicht auch stolz zugleich“. Er war von impulsiver Natur mit der Kraft der Zurückhaltung; unwillig, auch zornig gegen Ungerechtigkeit und Gemeinheit. Er bewies jederzeit Achtung für andere, forderte aber auch Achtung von anderen. Gutmütig im Herzen, konnte er oft von ausgelassener Lustigkeit sein. Feinfühlig und zart gegen seine Frau, vermied er es, sie zu verwöhnen.

Nun kam die Zeit, im Winter 1865/66; Faraday hatte sich in die Stille des Hauses zu Hampton Court zurückgezogen, seine Kräfte nahmen rasch ab; er wurde



Abb. 9.

von seiner Frau und Nichte liebevollst gepflegt. Im Frühling 1867 konnte er sich kaum mehr bewegen und verfiel in Teilnahmslosigkeit. Am 25. August 1867, nachmittags, im Alter von 76 Jahren, entschlief er sanft in seinem Stuhl im Studierzimmer.



Abb. 10.

Seinem Wunsche entsprechend, in Übereinstimmung mit der Gewohnheit seiner Religionsgemeinde, der Sandemanier, wurde er nur in Gegenwart engster Freunde und in strengster Einfachheit am 30. August auf dem Highgate-Friedhof beerdigt.

Auf dem schlichten Grabstein (Abb. 9) steht nur der Name Michael Faraday, 1791—1867.

Es ist ein merkwürdiges Begebnis, daß die zwei auf Faraday sich beziehenden Jahreszahlen, in der Geschichte der Elektrotechnik noch in andere Hinsicht Marksteine darstellen, nämlich 1791, das Jahr der Entdeckung des elektrischen Stromes durch Luigi Galvani, 1867 das Jahr der Entdeckung des dynamoelektrischen Prinzipes und der Erfindung der Dynamomaschine durch Werner von Siemens.

Im Stiegenhaus der Royal Institution strahlt uns die weiße Marmorstatue Faradays mit dem Induktionsring in der Hand (Abb. 10) entgegen, zur dauernden Erinnerung an den Buchbinderlehrling, der mit eigenen Kräften sich zum Fürsten der Naturwissenschaften emporgehoben hat.

Benützte Literatur:

1. *The Life and Letters of Faraday*. By Dr. Bence Jones, Secretary of the Royal Institution. In two Volumes. London: Longmans, Green, and Co. 1870 (Bd. I., 427 Seiten; Bd. II., 499 Seiten).

2. *Faraday und seine Entdeckungen*. Eine Gedenkschrift von John Tyndall, Professor der Physik an der Royal Institution und der Königl. Bergwerksschule zu London. Autorisierte deutsche Übersetzung, herausgegeben durch H. Helmholtz, Braunschweig, Verlag Friedrich Vieweg und Sohn, 1870 (210 Seiten).

3. *Michael Faraday* von J. H. Gladstone, Ph. D., F. R. S. autorisierte Übersetzung. Mit Porträt. Glogau, Verlag Carl Flemming (206 Seiten).

4. *Michael Faradays Leben und Wirken*. Von Silvanus P. Thompson, D. Sc. F. R. S., Principal of and Professor of Physics in the City and Guilds of London Technical College Finsbury. Autorisierte Übersetzung von Agathe Schütte und Dr. Heinrich Danneel. Mit einem Porträt und 22 in den Text gedruckten Abbildungen. Halle a. S., Verlag W. Knapp. 1900 (234 Seiten).

5. *Michael Faraday*, „Naturgeschichte einer Kerze“. Sechs Vorlesungen für die Jugend. II. Auflage. Mit einem Lebensabriß Faradays. Herausgegeben von Richard Meyer, Berlin, Verlag von Robert Oppenheim. 1883 (193 Seiten). Neuauflage von Dr. Günther Bugge, Leipzig, Reclam jun.

6. *Elektrochemie*. Ihre Geschichte und Lehre von Professor Dr. Wilhelm Ostwald, Leipzig, Verlag Veit und Co. 1896 (1151 Seiten).

7. *Große Männer* von Wilhelm Ostwald. V. Auflage. Leipzig, Akad. Verlagsgesellschaft m. b. H. 1900 (427 Seiten).

8. *Das Buch der großen Chemiker*. Herausgegeben von Dr. Günther Bugge, Berlin, Verlag Chemie G. m. b. H. 1929 (496 Seiten).

9. *Experimental-Untersuchungen über Elektrizität*. Von Michael Faraday. In der Sammlung Ostwalds: Klassiker der exakten Wissenschaften. Leipzig, Akad. Verlagsgesellschaft m. b. H. (1.—23. Reihe.)

Die im vorliegenden Abdruck des Vortrages gebrachten Bilder sind entnommen:

Michael Faraday (Titelbild), Abb. 1, 6, 7, 8 und 9 aus unter ad 1. und Abb. 2 und 5 aus unter ad 4. angeführter benützter Literatur; Abb. 3, 4 und 10 aus: *The Nature and Objects of the Royal Institution of Great Britain*, London Albemarle Street 1904.