Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 80 (1989)

Heft: 5

Artikel: Die Schweiz und die Entwicklung der Elektrotechnik : Teil 3 : von Prévosts magnetischem Monopol, 1788, zu Clausius' Entropie, 1865

Autor: Kloss, A.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-903651

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Die Schweiz und die Entwicklung der Elektrotechnik

Teil 3: Von Prévosts magnetischem Monopol, 1788, zu Clausius' Entropie, 1865

A. Kloss

Atome der Gravitation und der magnetische Monopol

P. Prévost (1751–1839) betrachtete sich als Fortsetzer der Ideen Le Sages über die korpuskulare Ursache der Gravitation und baute darauf auch seine Theorie des Magnetismus auf. Prévosts Buch «Sur l'origine des forces magnétiques» (1788) erschien deutsch 1794 unter dem Titel «Vom Ursprung der magnetischen Kräfte». In der Vorrede zur deutschen Fassung schrieb der damals angesehene deutsche Professor *A.A.C. Gren* [79] (Fig. 16): «Die Theorie des Herrn Prévost erhielt mit Recht den Beyfall seiner Landsleute. Sie trägt das Gepräge des Scharfsinnes ebenso sehr an sich, als sie die Phänomene des Magnetismus genugtuender und umfassender erklärt, als alle bis jetzt erschienenen Hypothesen.»

Prévost spricht über die «magnetische Flüssigkeit» und ist überzeugt, dass die «Trennung der Pole eines magnetischen Stabes» möglich ist. Er machte auch entsprechende Versuche, «... um einen isolierten Pol ohne Antagonisten zu erhalten».

Prévost spielte auch eine wichtige Rolle in der Entstehungsgeschichte der kinetischen Gastheorie. «Ich bin auf ein von Prévost herausgegebenes Buch aufmerksam gemacht: ‹Deux Traités de Physique mécanique, 1818›...», schreibt *R. Clausius* in seinem Werk «Die kinetische Theorie der Gase» (1889) [80] «welche zwei Abhandlungen enthält. In diesen Abhandlungen findet sich die Idee, dass die Moleküle der Gase sich in fortschreitenden Bewegungen befinden».

Adresse des Autors
Albert Kloss, Ahornstrasse 1, 5442 Fislisbach

Von der Ausbildung her war Prévost Jurist und beschäftigte sich intensiv auch mit der Nationalökonomie. In Genf wirkte er als Professor der Literatur, Physik und Philosophie.

Der tierische Magnetismus

Der Glaube an die Heilwirkung des Magneten geht auf die Antike zurück. Schon *Hippokrates* (460–377) empfahl Magnetsteine als Mittel gegen Blähungen und Kolikschmerzen. Am Anfang der Neuzeit war es, wie schon erwähnt, insbesondere *Paracelsus*, der dem Magnetismus in Bezug auf die menschliche Gesundheit grosse Aufmerksamkeit schenkte. Am Ende des achtzehnten Jahrhunderts wurde plötzlich der Glaube an den Heilmagnetismus zu einem allgemein-gesellschaftlichen Phänomen. Diese Modewelle wurde durch den am Bodensee geborenen Arzt *F.A. Mesmer* (1734–1815) in Gang gebracht (Fig. 17).

Mesmer betrachtete sich als der Entdecker des animalischen, tierischen Magnetismus. Eines seiner Hauptwerke, «Memoire sur la découverte du magnétisme animal», gab er 1779 in Genf heraus. Schon 1775 war Mesmer erstmals in der Schweiz. Hier traf er *J.C. Hirzel*, und ein Jahr danach besuchte er auch *A. von Haller*. Ab 1778 wirkte Mesmer in Paris. Obwohl die Heilmethode mehr mit Hypnose und Suggestion als mit Magnetismus zu tun hatte, wurden über den animalischen Magnetismus unzählige Bücher verfasst; es gab entsprechende Zeitschriften, wie «Journal du magnétisme» oder «Archiv für den tierischen Magnetismus» und auch Gesellschaften wie «Société du Magnétisme». Ein Gutachten über die Mesmerschen Magnetkuren arbeitete im Namen der preussischen Akademie 1775 *J.G. Sulzer* aus. Die Beurteilung war allerdings

DE L'ORIGINE
DES
FORCES MAGNÉTIQUES.
PAR P. PREVOST,
De l'Académie Royale des Sciences & Belles-Lettres de Berlin, & Professeur honoraire à l'Académie de Genève.
A GENÈVE,
Chez BARDE, MANGET & Compagnie, Imprimeurs-Libraires.
& se trouve à PARIS,
Chez BUISSON, Libraire, rue des Poitevins, hôtel de Mesgrigny.
M. DCC. LXXXVIII.

Figur 16 Das Buch «De l'origine des forces magnétiques», erschienen 1788, von P. Prevost (1751–1839) wurde am Ende des achtzehnten Jahrhunderts noch geschätzt. Die deutsche Fassung wurde 1794 herausgegeben.

nicht sehr positiv, man hielt «... den Schluss aber, dass die verrichteten Curen eine Wirkung der Magneten seien», für sehr unsicher und bezweifelte die Möglichkeit, «magnetische Materie in Flaschen zu laden».

Nach der Französischen Revolution verliess Mesmer Paris und lebte in den Jahren 1794–98 und 1803–14 in der Schweiz, wo er die thurgauische Bürgerschaft annahm. Dass sich Mesmer als Schweizer betrachtet hat, bezeugt ein Brief, den er aus Paris am «8 germinal de l'an 7» an den «Citoyen Mi-

nistre de la République helvétique» schickte, und in welchem er sich «Le docteur Mesmer, citoyen helvétique» nannte.

Auch einige Schweizer Ärzte machten Versuche mit dem Magneten. So *Ch. Scherb* (1736–1811) aus Bischofszell und *A. Mieg* (1731–1799) aus Basel, der sogar schon lange vor Mesmer, um 1760, mit Dietrichs Hufeisenmagneten als Heilmittel experimentierte. Der berühmte Zürcher Pfarrer *J.C. Lavater* (1741–1801) widmete sich auch dem animalischen Magnetismus [81; 82; 83].

In Genf gab *J. de Harsu* (1730–1784) 1782 «Recueil des effets Salutaires de l'aimant dans les maladies» heraus. Der Berner Arzt und Professor *Fueter* befreite, gemäss *P.J. Barths* «Der Magnet als Heilmittel» [168], den berühmten Obristen der Pariser Schweizergarde *Tillier* (1751–1835) in seinem Alter nur dank dem Einsatz von Magneten von seinen Beschwerden. Aus der vorrevolutionären Zeit (Zürich, 1776) stammt auch das Werk «Specimen physicum de electricitate», des Zürcher Arztes und Physikprofessors *S. Schinz* (1734–1784).

Revolution und Elektrizität

Mesmers pseudowissenschaftlicher «Animalischer Magnetismus» hat die Gedankenwelt des vorrevolutionären Frankreichs tief beeinflusst und teilweise auch den Boden für den Ausbruch der Revolution im Jahre 1789 vorbereitet. Die revolutionäre Schreckensherrschaft liess die Naturwissenschaft nicht ganz verschont. Zu den Opfern der Revolution gehörte sowohl der Vater von *M. Ampère* als auch der Begründer der Modernen Chemie *Lavoisier*. Einige Naturwissenschaftler haben aber die Revolution aktiv unterstützt. Zu den bekanntesten und berühmtesten gehörte der Arzt *J.P. Marat* (1743–1793). J.P. Marat stammte aus Boudry bei Neuenburg und beschäftigte sich neben seiner medizinischen Tätigkeit in den 70iger Jahren am Hofe des Grafen von Artois intensiv mit der Elektrizität. Seine Werke «Sur le feu, l'électricité et la lumière» (1779), «Recherches physique sur le feu» (1780) oder «Sur l'électricité médicale» (1783) bezeugen dies deutlich [27; 84; 85]. Während der Revolution gehörte Marat zum äussersten linken Flügel der Jakobiner. Am 13. Juli 1793 wurde er von Charlotte Corday in seiner Badewanne ermordet.

Figur 17 F.A. Mesmer (1734–1815), der Entdecker des «animalischen Magnetismus», lebte lange Jahre in der Schweiz

Die Entdeckung des Elektromagnetismus und des Lichtbogens

Die sensationelle Nachricht über die Entdeckung des Zusammenhanges zwischen elektrischem Strom und Magnetismus durch *J.Ch. Oersted* im Sommer 1820 kam aus Genf. Im Protokoll der Pariser Akademie vom 4. September 1820 steht nachfolgendes: «Herr Arago teilt einiges über die Versuche mit, welche Herr Oersted über die gegenseitige Einwirkung des Galvanismus und des Magnetismus gemacht hat; er erzählt, dass Herr de la Rive in *Genf* Versuche in seinem Laboratorium mit dem entscheidenden Erfolg wiederholt habe und erhält von der Akademie den Auftrag, ihr diese Versuche in der nächsten Sitzung zu zeigen.» Im ersten Bericht über das Oerstedsche Experiment von *L.W. Gilbert* (Annalen der Physik) liest man [53; 86]: «Von Herrn Oersteds Versuchen wusste ich anfangs nur vom Hörensagen. Sobald mein Misstrauen durch die *Genfer* Versuche entfernt war, stellte ich mehrmals Versuche über diese folgenreiche Entdeckung an.»

Der Genfer Physiker *Ch.G. de la Rive* (1770–1834) gehörte zu den ersten, die von Oersted über seine Entdeckung durch einen Brief vom 21. Juli 1820 persönlich informiert wurden. Am 19. August wiederholte er gemeinsam mit seinem Freund *Prof. M.A. Pictet* (1752–1825) den Versuch in seinem Laboratorium. Anwesend bei den Experimenten war auch der Pariser Akademiker *Arago*, der in der Zeit in Genf weilte und der dann über die erfolgreichen Versuche die Akademie gleich nach seiner Rückkehr informierte.

Figur 18 M.A. Pictet (1752–1825) gehörte zu den bedeutendsten zeitgenössischen Schweizer Physikern

«Unvergesslich sind mir die Stunden der Belehrung, welche mir Hr. Pictet in Genève schenkte», schrieb über ihn 1797 der grosse deutsche Naturforscher F.A. von Humboldt (Bild: Schweiz. Landesbibliothek).

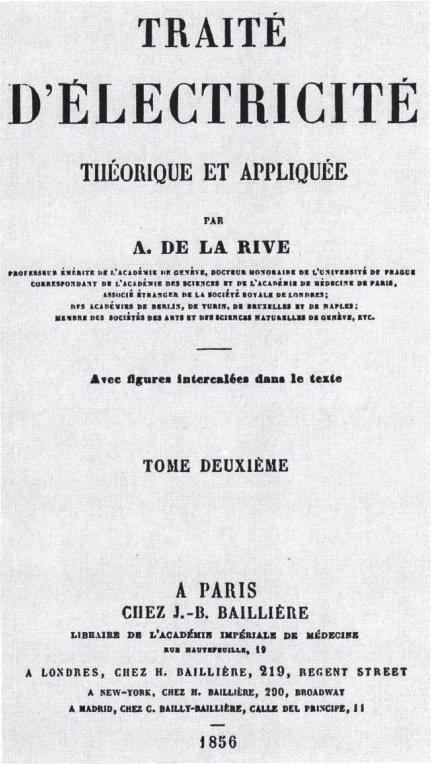
A. Pictet (Fig. 18), ursprünglich Advokat, begleitete *de Saussure* auf seinen Alpenreisen und wurde schliesslich (1786) sein Nachfolger als Professor. Bekannt wurde Pictet 1791 durch sein Werk über das Feuer, «Essai sur le feu». Wie *P. Sue* in seiner «Histoire du Galvanisme» 1805 schildert, stand er auch in Kontakt mit *A. Volta:* «La verité des observations – fluide galvanique n'est autre chose que le fluide électrique commun – a été prouvée par des expériences que fit M. Volta en présence de M. Pictet, célèbre physicien de Genève». Weiter führte auch Pictet Versuche betreffend der Stromrichtungsermittlung mit den Spielkarten durch, wie sie schon *Lullin* 1766

anstellte. Darüber berichtet in «Die Lehre von der Reibungselektrizität» 1853 *P.T. Riess* [88; 89]: «Bequemer wird der Versuch, wenn man, nach Pictets Angaben, die beiden Seiten einer Karte mit zwei Dreiecken aus Stanniol belegt».

Ch.G. de la Rives Laboratorium besuchte 1814 der bekannte englische Physiker *Davy* in Begleitung seines Assistenten *M. Faraday*. Ch.G. de la Rives junger Sohn *A.A. de la Rive* (1801–1873) wurde Faradays Freund. Auch er begeisterte sich für die Elektrophysik, und als 1822 Ampère nach Genf kam, führte er mit ihm schon einige elektromagnetische Experimente gemeinsam durch. A.A. de la Rive wurde bald zum bedeutsamsten der Elektrophysiker der Schweiz, die in der ersten Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts wirkten. Im Jahre 1841 gründete er «Archives de l'électricité», die erste Zeitschrift über Elektrotechnik in französischer Sprache. Von den Historikern des neunzehnten Jahrhunderts wurden seine Leistungen hoch geschätzt (Fig 19).

A. Heller wertete A.A. de la Rive in seiner «Geschichte der Physik» 1882 mit folgenden Worten [90]: «De la Rive ist einer der Begründer der elektrochemischen Theorie des Galvanismus. Nach de la Rives Ansicht leiten die Flüssigkeiten nur, insofern sie von dem Strome zersetzt werden. Im Jahre 1841 erhielt er von der Pariser Akademie einen Preis von 3000 Francs für seine Methode, auf galvanischem Wege Silber und Messinggegenstände zu vergolden.» Man kann A. de la Rive zu den ersten Vorläufern der Elektronentheorie zählen. In den «Annalen der Physik» schrieb er schon 1827: «Ich nehme an, dass in einem Leiter erregter elektrischer Strom nichts anderes sey, als eine Folge von raschen Zersetzungen und Wiederherstellungen der seinen Teilchen eigentümlichen Elektrizität.» Auch seine Vorstellungen über die Atome waren fortschrittlich. Er nahm an, dass Atome kugelförmig sind und dass [91] «durch die Rotationsbewegung das elektrische Gleichgewicht der Atome gestört wird».

A. de la Rive wird weiter auch als der wahre Entdecker des «Davyschen Lichtbogens» angesehen. «H. Davy war nach de la Rive der erste, welcher das Phänomen des Voltaschen Bogens zwischen zwei Kohlenspitzen hervorbrachte», schreibt *J. Dub* in seinem Buch «Die Anwendung des Elektromagnetismus» 1873 [92]. Und in *E.*


TRAITÉ
D'ÉLECTRICITÉ
THÉORIQUE ET APPLIQUÉE
PAR
A. DE LA RIVE
PROFESSEUR ÉMÉRITE DE L'ACADÉMIE DE GENÈVE, DOCTEUR HONORAIRE DE L'UNIVERSITÉ DE PRAGUE
CORRESPONDANT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE DE PARIS,
ASSOCIÉ ÉTRANGER DE LA SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES;
DES ACADÉMIES DE BERLIN, DE TURIN, DE BRUXELLES ET DE NAPLES;
MEMBRE DES SOCIÉTÉS DES ARTS ET DES SCIENCES NATURELLES DE GENÈVE, ETC.
Avec figures intercalées dans le texte
TOME DEUXIÈME
A PARIS
CHEZ J.-B. BAILLIÈRE
LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DE MÉDECINE
RUE HAUTEFEUILLE, 19
A LONDRES, CHEZ H. BAILLIÈRE, 219, REGENT STREET
A NEW-YORK, CHEZ H. BAILLIÈRE, 290, BROADWAY
A MADRID, CHEZ C. BAILLY-BAILLIÈRE, CALLE DEL PRINCIPE, 11
1856

Figur 19 A. de la Rive (1801–1873) war der aktivste Schweizer Elektrophysiker der ersten Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts. Sein Werk «Traité d'électricité» fand weltweite Beachtung.

Hoppes «Geschichte der Elektrizität» von 1884 liest man [75]: «Auf der Versammlung der allgemeinen schweizerischen Gesellschaft für Naturwissenschaften vom 25. bis 28. Juli 1820 hat de la Rive am dritten Tag vor dem versammelten Forum zwischen zwei stumpfen Kohlenspitzen, die er in den Voltaschen Kreis einfügte, ein so kräftiges dauerndes Licht hergestellt, dass die Augen der Zuschauer davon geblendet wurden. Davys Experiment findet sich erst in Phil. Transactions von 1821.»

Später experimentierte de la Rive mit elektrischen Lampen für die Grubenbeleuchtung. «On the lighting of mines by means of the electric lamps» lautete der Titel seines Artikels, den er 1845 im englischen Philosophical Magazine veröffentlichte. Daneben beschäftige sich A. de la Rive intensiv mit der von *C.G. Page* 1837 entdeckten «Galvanischen Musik». «Am 21. März 1841 habe ich in einer Sitzung unserer physikalisch-naturhistorischen Gesellschaft gezeigt, dass ein Stück weiches Eisen im Innern eines Schraubendrahts einen sehr deutlichen Ton gibt, wenn man es, mittels Durchleitung eines discontinuirlichen elektrischen Stromes durch den Draht, succesive magnetisiert und demagnetisiert», beginnt sein Aufsatz «Über die Schwingungsbewegung, welche der elektrische Strom in Körpern hervorruft» in den «Annalen der Physik» von 1845. Einer der ersten Schritte, die später zur Erfindung des Telephons führten, wurde damit getan [93; 94; 95].

Schon 1830 wurde A.A. de la Rive zum korrespondierenden Mitglied der Pariser Akademie der Wissenschaft. Nach *Jallabert* (1739), *A. Trembley* (1749), *La Sage* (1760), *J.N.S. Allamand* (1769), H.B. de Saussure (1787) und N.Th. Saussure (1808) war er der siebente Schweizer, dem diese wissenschaftliche Auszeichnung zuerkant wurde.

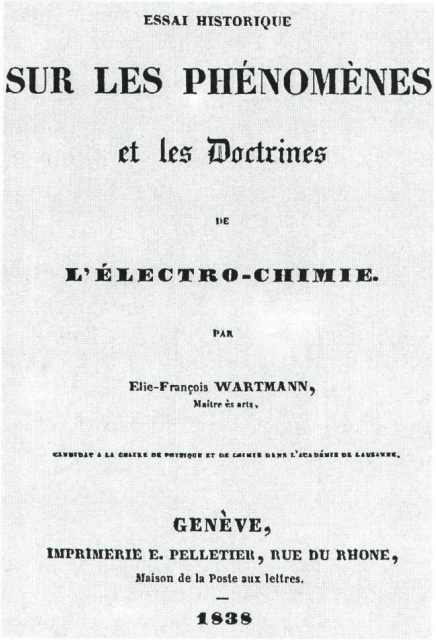
J.C. Maxwell sagt in seinem «Lehrbuch der Electricität und des Magnetismus» (1873/1883) [99]: «Ich mache keinen Anspruch darauf, dass meine Aufzählung der electrischen Erscheinungen, Versuche und Apparate erschöpfend sein soll. Wer alles, was bis jetzt auf diesem Gebiet erkundet und erfunden worden ist, lesen will, wird sich namentlich durch *de la Rives* ‹Traite d'Electricité› u.a.m. unterstützt finden.»

A. de la Rive fasste seine Elektrophysik im dreibändigen Werk «Traité d'électricité» (1854–58) zusammen (Fig. 19) [96]. Eine grosse Anzahl Artikel veröffentlichte er in seinen «Archives de l'électricité». Hier findet man auch eine ganze Reihe von Arbeiten *E.F. Wartmanns* (1817–1886), des Physiklehrers in Lausanne und späteren Rektors der Genfer Akademie. Wartmann gab 1838 den «Essai historique sur les phenomènes et les doctrines de l'électro-chimie» (Fig. 20) heraus. In Wiedemanns «Lehre vom Galvanismus» (1872) wird Wartmann als Entdecker des Zusammenhanges zwischen Widerstand und Druck gewürdigt [97; 98] (Fig 20).

Neben Wartmann wirkte in Lausanne *M.L. Dufour* (1832–1892). Dufour war Physikprofessor an der Lausanner Akademie. In der Mitte des neunzehnten Jahrhunderts veröffentlichte er einige interessante Arbeiten über den Magnetismus [169]. Weiter machte er Experimente zur elektrischen Messung der Geschwindigkeit von Verbrennungsprozessen bei Schusswaffen.

Von Morses Besuch auf dem Rigi zur Ozonerzeugung in Basel

Am 17. Juli 1775, in dem Jahr, als auch Mesmer erstmals in der Schweiz


ESSAI HISTORIQUE

SUR LES PHÉNOMÈNES

et les Doctrines

DE

L'ÉLECTRO-CHIMIE.

PAR

Elie-François WARTMANN,
Maître ès arts,

CANDIDAT A LA CHAIRE DE PHYSIQUE ET DE CHIMIE DANS L'ACADÉMIE DE LAUSANNE.

GENÈVE,
IMPRIMERIE E. PELLETIER, RUE DU RHONE,
Maison de la Poste aux lettres.

1838

Figur 20 E.F. Wartmann (1817–1886) aus Lausanne schrieb viele geschichtsphysikalische Abhandlungen

war, stieg der Dichter *W. von Goethe* voll Bewunderung auf den Rigi hoch. Ein halbes Jahrhundert später, im Sommer 1831, war es der Kunstmaler *S. Morse* (1791–1872), der auf seiner Reise von Italien nach Frankreich nicht widerstehen konnte, den Sonnenaufgang auf dem Rigigipfel zu erleben. Ob Morse der Alpenblick zur Idee der Telegraphie angeregt hat, ist nicht zu beweisen, sicher aber ist, dass kurz danach, Ende 1832, aus dem amerikanischen Künstler der Erfinder eines neuartigen Telegraphensystems wurde. Im Jahre 1851 kam Morses Telegraph auch in die Schweiz [100].

Länger als Morse, nämlich mehrere Jahre war *G.S. Ohm* (1789–1854) in der Schweiz. Im September 1806, kaum 18jährig, kam er als Mathematiklehrer nach Gottstatt in das Erziehungsinstitut des Pfarrers Zehnder. «Die Gegend, glaube ich», schrieb Ohm damals seinem Vater «ist eine der schönsten in der ganzen Schweiz. Herr Pfarrer Zehnder, Direktor des Institutes, ist ein Mann von vortrefflichem Charakter, ein echter Schweizer.» Er blieb im bernischen Gottstatt bis Ostern 1811. Ein Vierteljahrhundert später (1827) gab er dann sein Hauptwerk «Die galvanische Kette, mathematisch bearbeitet» heraus [101].

Eine ganze Reihe von bedeutenden ausländischen Naturwissenschaftlern hielten sich in der ersten Hälfte des neunzehnten Jahrhundert in der Schweiz auf. Neben den schon erwähnten, *Davy, Arago, Ampère* und *Faraday* – dieser kam auch 1841 nach Interlaken – waren es *A. von Humboldt,* Lord *Rumford* und *R. Mayer,* die die Schweiz besuchten. Fünf Jahre nach seiner Schweizer Reise (1842) publizierte R. Mayer seine epochemachende Entdeckung des Energieerhaltungsgesetzes [102; 103].

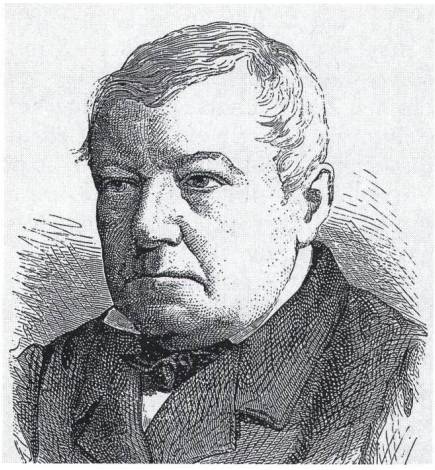
Nicht nur dank ihrer natürlichen Alpenluft, sondern auch wegen des erstmals künstlich hergestellten Ozons wurde die Schweiz in dieser Zeit weltbekannt. *Ch.F. Schönbein (1800–1868),* Chemieprofessor in Basel (Fig. 21), gab 1844 sein Werk «Über die Erzeugung des Ozons auf chemischem Wege» heraus und ging damit als der «Entdecker des Ozons» in die Geschichte der Naturwissenschaft ein. Das Ozon entdeckte er anhand des «elektrischen Geruchs» um 1839 und schuf für das neue Gas auch gleich die entsprechende Bezeichnung: Ozon – das Riechende. Grosse Aufmerksamkeit widmete Schönbein der Elektrochemie. In den «Berichten über die Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Basel» findet man zum Beispiel folgende Eintragungen [104]: «19. Jan. 1842: Herr Prof. Schönbein, über die voltasche Polarisation fester und flüssiger Körper» oder «16. März 1842. Herr Prof. Schönbein, Beobachtungen über einige elektrolysierte Wirkungen der einfachen Kette». In «Beiträgen zur physikalischen Chemie» behandelt Schönbein 1844 die «hydroelektrischen Ströme». «Die chemische Anziehung», sagt er hier, «muss als die electromotorische Kraft unserer Säulen und Ketten betrachtet werden.» Schon 1841 erschien von ihm in London «An account of researches in electrochemistry» [105; 106; 107].

Gleichzeitig mit Schönbein wirkte in Basel der Berliner *J.C.F. Zöllner* (1834–1882), der sich hier intensiv mit photometrischen Untersuchungen beschäftigte. Dabei benutzte er, zwanzig Jahre vor Edison, elektrische Glühlampen. «Über die Lichtentwicklung in galvanisch glühenden Platindrähten», lautet die Überschrift seiner interessanten Arbeit in den «Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Basel» aus dem Jahre 1860. Im Jahre 1876 gab F. Zöllner «Principien einer elektrodynamischen Theorie der Materie» heraus. Aus dem Jahre 1872 stammt seine Abhandlung «Über die electrische und magnetische Fernwirkung der Sonne» [108; 109; 110].

Zum Kreis der Basler Physiker der fünfziger Jahre gehörte auch *G. Wiedemann* (1826–1899). Er ist Mitentdekker des Gesetzes über die Ähnlichkeit der elektrischen und thermischen Leitfähigkeit der Metalle. «Durch eine von mir in Gemeinschaft mit Herrn Dr. Franz angestellten Untersuchung», sagte er am 30. Mai 1855 vor der Basler naturforschenden Gesellschaft, «wurde das Resultat gewonnen, dass die Werte der relativen Leistungsfähigkeiten verschiedener Metalle für Wärme und Electricität einander sehr nahe stehen.» G. Wiedemann, der aus Berlin stammte, lehrte als Physikprofessor in Basel von 1854 bis 1863 [98].

Der aus einer Neuenburger Familie stammende *E. Dubois-Reymond* (1818–1896) verbrachte sein Leben in Berlin als Physiologe. Von Anfang an interessierte ihn hauptsächlich die Wirkung der Elektrizität auf den lebenden Organismus. Dieser Frage widmete es seine Dissertation und auch sein monumentales Werk «Untersuchungen über thierische Elektricität» von 1848. Bemerkenswert ist seine Arbeit «Zur Theorie des Telephons», die 1877, in dem Jahr, als das Telephon von Bell erstmals der Öffentlichkeit demonstriert wurde, in «Archiv für Physiologie» erschien. Dubois-Reymond zeigt hier, dass man «jeden Klang in Partialtöne zerlegen kann» und zeichnet dazu, als erster überhaupt, ein entsprechendes Amplitudenspektrum auf [111; 112].

Dubois-Reymond gilt auch als einer der bedeutensten Philosophen des 19. Jahrhunderts [116]. Er war vermutlich auch der erste, der den Begriff *Raumschiff* (Weltenschiff) für unseren Planeten, 1848 in der Vorrede zu «Unter-



Figur 21 Ch.F. Schönbein (1800–1868) gehört zu den Mitbegründern der Elektrochemie. In den Jahren 1838–1858 war er Präsident der naturforschenden Gesellschaft in Basel.

suchungen über thierische Elektricität» gebraucht hat.

Energie und Entropie

Am 15. Oktober 1855 wurde in Zürich feierlich das Eidgenössische Polytechnikum eröffnet. Am Tage darauf hielt der aus Berlin berufene Physikprofessor *R. Clausius* (1822–1888) vor den Schweizer Studenten seine erste Vorlesung. Zehn Jahre später, am 24. April 1865, hielt er dann in der Zürcher Naturforschenden Gesellschaft einen Vortrag «Über verschiedene für die Anwendung bequeme Formen der Hauptgleichung der mechanischen Wärmetheorie».

«So schlage ich vor», sagte Clausius, «die Grösse *S* nach dem griechischen Wort für die Verwandlung, die *Entropie* des Körpers zu nennen.» Der Entropiebegriff wurde geboren und ging somit nicht nur in die Physik, sondern später auch in die Statistik und Informatik ein. Zum Schluss seiner historischen Rede postulierte dann der Zürcher Professor noch: «Man kann die Grundgesetze des Weltalls in folgender einfacher Form aussprechen:

1. Die Energie der Welt ist konstant;
2. Die Entropie der Welt strebt einem Maximum zu.»

Das Energieerhaltungsgesetz von *R. Mayer*, der ein Jahr vorher Zürich besuchte, wurde damit um den genauso allgemein gültigen Entropiesatz von R. Clausius erweitert. Der weltberühmte Physiker verbrachte in der Schweiz 12 Jahre. Im Frühjahr 1867 verliess er Zürich und siedelte nach Würzburg über. Er hielt aber auch dann noch einmal, nämlich 1883, einen Vortrag an der Tagung der Schweizerischen Naturgesellschaft in Zürich. Das Thema war diesmal [113]: «Eine Theorie der dynamo-elektrischen Maschinen».

Viele Clausiussche Arbeiten aus den Zürcher Jahren sind der Elektrizität gewidmet. Im «Handbuch der Physik» (1905) von *A. Winkelmann* wird ihm zum Beispiel auch die Priorität des «Jouleschen Gesetzes» zugeschrieben: «Clausius behandelte die Wärmeentwicklung bei Entladung der Batterie nach dem Prinzip der Erhaltung und Energie und leitete das Erwärmungsgesetz für den Strom, gewöhnlich als Joulesches Gesetz bezeichnet, theoretisch ab.»

Clausius beschäftige sich intensiv mit der kinetischen Theorie der Gase. Kurz nachdem er die Zürcher Hochschule verlassen hatte, legte 1869 an der Zürcher Universität der junge *W. Röntgen* (1845–1923) seine Dissertation «Studie über die Gase» vor. Dreissig Jahre später wurde Röntgen durch seine Entdeckung der «X-Strahlen» weltberühmt [114]. Röntgen besuchte das Eidgenössische Polytechnikum in den Jahren 1865–1868 und blieb nachher auch als Mitglied der Gesellschaft der ehemaligen Studierenden des Polytechnikums in Kontakt mit der Schweiz. Er war eng befreundet mit dem Schweizer Physiker *L. Zehnder* und weilte sehr oft zur Erholung in Davos.

Gleichzeitig mit Clausius begann am Polytechnikum in Zürich der Solothurner *A. Mousson* (1805–1890) mit seinen Vorlesungen über die Experimentalphysik. Mousson hatte in den vierziger und fünfziger Jahren eine ganze Reihe interessanter Arbeiten aus der Elektrizitätslehre veröffentlicht, zum Beispiel 1847 über «Die Electricität der Dampfbildung», gab später ein Physikhandbuch heraus und setzte sich 1864 für die Einführung des metrischen Systems in der Schweiz ein. A. Mousson las schon seit 1834 Physik an der ein Jahr vorher gegründeten Zürcher Universität. An der ETH blieb Mousson bis 1879. Sein Nachfolger wurde *H. Schneebeli* (1849–1890). Prof. Mousson war es auch, der 1869 die Dissertation von Röntgen begutachtet hatte.

Literatur

[79a] *P. Prevost:* De l'origine des forces magnétiques. Genève, Barde, Manget et Cie., 1788.

[79b] *P. Prevost:* Vom Ursprunge der magnetischen Kräfte. Halle, Waisenhaus-Buchhandlung, 1794.

[80] *R. Clausius:* Die kinetische Theorie der Gase. Braunschweig, F. Vieweg, 1889. (Abhandlungen über die mechanische Wärmetheorie)

[81] *F. A. Mesmer:* Abhandlungen über die Entdeckung des thierischen Magnetismus. Carlsruhe 1781. Neudruck: Tübingen, Archiv der edition diskord, 1985.

[82] *B. Milt:* Franz Anton Mesmer und seine Beziehungen zur Schweiz. Magie und Heilkunde zu Lavaters Zeit. Mitteilungen der Antiquarischen Gesellschaft Zürich 38(1953)1. Neujahrsblatt 117. Zürich, Leemann, 1953.

[83] *R. Darnton:* Der Mesmerismus und das Ende der Aufklärung in Frankreich. Berlin, Ullstein, 1986.

[84] *J. P. Marat:* Découvertes sur le feu, l'électricité et la lumière constatées par une suite d'expériences nouvelles. Paris, Clousier, 1779.

[85] *J.P. Marat:* Recherches physiques sur le feu. Paris, Jombert, 1780.

[86] *L. W. Gilbert:* Entdeckung ausgezeichneter Wirkungen des geschlossenen galvanisch-elektrischen Kreises auf die Magnetnadel und der Kraft der galvanischen Electricität zu magnetisieren. Annalen der Physik 66(1820)3, S. 291...294.

[88] *P. Sue:* Histoire du galvanisme. Seconde édition. 4 volumes. Paris, Bernard, 1805.

[89] *P. T. Riess:* Die Lehre von der Reibungselektrizität. 2. Bände. Berlin, A. Hirschwald, 1853.

[90] *A. Heller:* Geschichte der Physik von Aristoteles bis auf die neueste Zeit. 2. Bände. Stuttgart, Enke, 1882/84.

[91] *A. de la Rive:* Untersuchung über eine besondere Eigenschaft der metallischen Elektricitätsleiter. Annalen der Physik und Chemie 10(1827)3, S, 425...443.

[92] *J. Dub:* Die Anwendung des Elektromagnetismus mit besonderer Berücksichtigung der Telegraphie. 2 Bände. Berlin, Springer-Verlag, 1862/63.

[93] *A. de la Rive:* On the lighting of mines by means of the el. lamps. Phil. Journal 27(1845)- p. 406.

[94] *A. de la Rive:* Über Grubenbeleuchtung mittels der elektrischen Lampe. Polytechnisches Journal 28(1845)- S. 158.

[95] *A. de la Rive:* Über die Schwingungsbewegung, welche der el. Strom in Körpern hervorruft. Annalen der Physik 64(1845)- S. 637.

[96] *A. de la Rive:* Traité de l'électricité théorique et appliquée. 3 volumes. Paris, J.-B. Baillière. 1854/58.

[97] *F. F. Wartmann:* Essai historique sur les phénomènes de l'électro-chimie. Genève, E. Pelletier. 1838.

[98] *G. H. Wiedemann:* Die Lehre vom Galvanismus und Elektromagnetismus. 2. Auflage. 3 Bände. Braunschweig, Vieweg-Verlag, 1872/74.

[99] *J. C. Maxwell:* Lehrbuch der Elektrizität und des Magnetismus. 2 Bände. Berlin, Springer-Verlag, 1883.

[100] *C. Mabee:* Samuel F. B. Morse; der amerikanische Leonardo. Innsbruck/Wien, Rohrer, 1951.

[101] *L. Hartmann:* Aus Georg Simon Ohms handschriftlichem Nachlass. Briefe, Urkunden und Dokumente. München, Bayerland-Verlag, 1927.

[102] *J. Tyndall:* Faraday und seine Entdeckungen. Braunschweig, Vieweg, 1870.

[103] *Robert Mayer:* Die Mechanik der Wärme. In: Gesammelte Schriften von Robert Mayer, herausgegeben von J.J. Weyrauch. 3. Auflage. Stuttgart, Cotta, 1893.

[104] *C. F. Schönbein:* Über den Einfluss des Sonnenlichtes auf die chemische Tätigkeit des Sauerstoffes und den Ursprung der Wolkenelectricität und des Gewitters. Basel, 1850.

[105] *C. F. Schönbein:* Über die Erzeugung des Ozons auf chemischen Wege. Basel, Schweighauser, 1844.

[106] *C. F. Schönbein:* An account of researches in electro-chemistry. London, R. J. E. Taylor, 1841.

[107] *C. F. Schönbein:* Beiträge zur physikalischen Chemie. Basel, Schweighauser, 1844.

[108] *J. K. F. Zöllner:* Photometrische Untersuchungen, insbesondere über die Lichtentwicklung galvanisch glühender Platindrähte. Basel, Inaugural-Dissertation, 1859.

[109] *J. K. F. Zöllner:* Prinzipien einer elektrodynamischen Theorie der Materie. Leipzig, W. Engelmann, 1876.

[110] *J. K. F. Zöllner:* Über die electrische und magnetische Fernewirkung der Sonne. Berichte der königlich-sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften, Sitzung am 1. Juli 1872; S. 3...15.

[111] *E. du Bois-Reymond:* Untersuchungen über thierische Elektricität. 2. Bände. Berlin, G. Reiner, 1848/60

[112] *E. du Bois-Reymond:* Zur Theorie des Telephons. Archiv für Physiologie -(1877), S. 582...584.

[113] *G. Ronge:* Die Zürcher Jahre des Physikers Rudolf Clausius. Aarau, H. R. Sauerländer, 1955.

[114] *W. Röntgen:* Studien über Gase. Inaugural-Dissertation der Universität Zürich, 1869.

Die neuen Dimensionen moderner Technik

Weltmarkt Elektronik und Elektrotechnik

In Hannover präsentieren über 1.600 Aussteller aus 30 Ländern ein weltweit einzigartiges Spektrum an Komponenten, Geräten und Systemen moderner Technologien aus Elektronik und Elektrotechnik. Aufgrund der Vielfalt neuer intelligenter Lösungen bietet keine andere Messe ein derart hohes Innovationspotential. Wichtige Neuheiten, Entwicklungen und Problemlösungen werden im Systemzusammenhang dargestellt.

Elektrische Automatisierungstechnik, Meß-, Prüf-, Steuerungs- und Regelungstechnik, C-Techniken für die Fertigung • Elektrische Energietechnik • Elektrische Betriebs- und Gebäudetechnik • Fertigungstechnik für Elektronik und Elektrotechnik • Weltlichtschau – Leuchten und Lampen

5. 4. – 12. 4. 198

HANNOVER MESSE 8
INDUSTRIE

Weitere Informationen, Kartenvorverkauf und Reisemöglichkeiten bei:
Reisebüro KUONI AG, Abteilung Hannover Messe, Neue Hard 7, 8037 Zürich, Tel.: (1) 441 2 61, Telex: 823052, Fax: (1) 2710001