Elektrische, galvanische Stromquellen vergangener Zeiten

Autor(en): **Acklin, W.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins : gemeinsames Publikationsorgan des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV) und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE)**

Band (Jahr): **54 (1963)**

Heft 24

PDF erstellt am: **29.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-916537

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

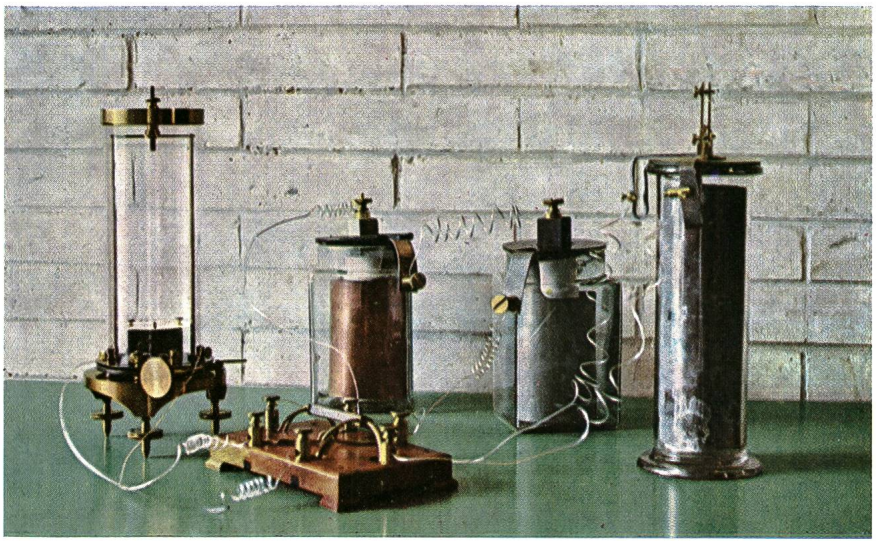
Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

BULLETIN

DES SCHWEIZERISCHEN ELEKTROTECHNISCHEN VEREINS

Gemeinsames Publikationsorgan des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV)
und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE)



Elektrische, galvanische Stromquellen vergangener Zeiten

Von *W. Acklin,* Zürich

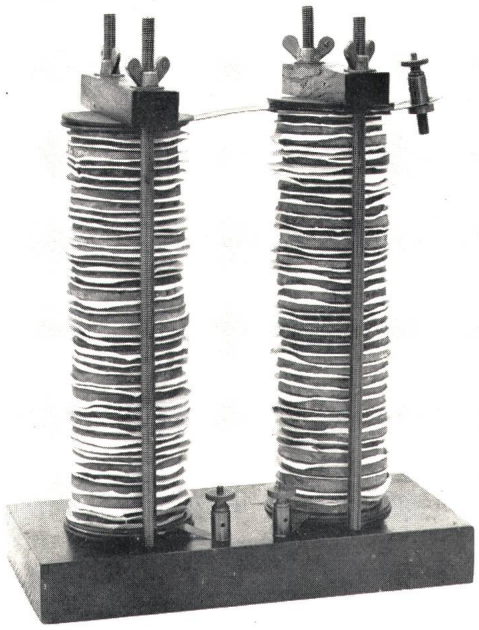
621.352.355 (091)

1. Chemisch erzeugte Elektrizität

Die Entstehung der Berührungselektrizität beginnt in historischen Schulphysik-Büchern meist mit dem Froschschenkelversuch von *Galvani* vom Jahre 1789 in Bologna. Interessanterweise sind Angaben aus Versuchen viel älterer Forscher überliefert worden, die sich mit der damals sog. «Thierischen Elektrizität» schon eingehend beschäftigt haben. Einer der ersten war *Jan Swamerdam* in Amsterdam, der bereits 1868 das Froschschenkelexperiment vorgeführt hat. Andere sind *du Vernay* (1700), *Caldani* (1757) und *Alexander Stuart,* die den Boden für den grossen italienischen Physiker vorbereitet haben. Auch ein Schweizer, *Johann Georg Sulzer,* Pfarrer und Mathematikprofessor, hat sich, allerdings in mehr spielerischer Weise, mit diesem elektrischen Phänomen beschäftigt: Er berührte mit der Zunge gleichzeitig zwei verschiedene Metalle und versuchte den entstehenden typischen Geschmack zu deuten, was ihm aber nicht gelang.

Alessandro Volta interessierte sich für die galvanische «Theorie der Entstehung der Elektrizität im Tiere selbst» und es gelang ihm die Entdeckung der nassen Volta-Säule (Fig. 1) im Jahre 1800, deren Wirkung er mit der heute widerlegten Kontakttheorie der Metalle erklärte. Die Säule stellt eine einfache Summierung seiner «Einzelle» (Becherapparat) dar, bestehend aus Zink- und Kupfer-Platten mit verdünnter Schwefelsäure. Einige Dutzend dieser Platten aufeinandergelegt mit der entsprechenden Anzahl Stofflappen als Zwischenlagen werden in Serie geschaltet und mit Salzwasser oder einer wässrigen Säure befeuchtet. Da die «Einzelle» eine EMK von ca. 1 V aufweist, konnte *Volta* durch Summierung derselben bereits eine theoretisch beliebig hohe Spannung, allerdings mit sehr kleinen Strömen, erreichen. Die *trockene* Säule [Photographie einer Nachbildung s. Bull. SEV 54(1963)4, S. 129], wurde im Jahre 1800 von *Joh. W. Ritter* in Gotha erfunden. Sie unterscheidet sich von der nassen praktisch durch das Fehlen einer sichtbaren Flüssigkeit, da für die Spannungserzeugung schon der Feuchtigkeitsgehalt der Luft und deren Verunreinigungen als Elektrolyt genügt.

Zamboni, dem die Entdeckung der Säule fälschlicherweise zugeschrieben wird, machte seine Mitteilungen darüber (nach Angaben von *Ostwald)* erst zehn Jahre später. Die



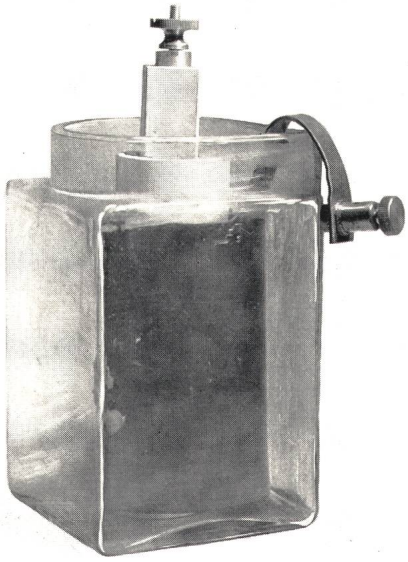
SEV 32314

Fig. 1
Nasse Volta-Säule

Säule erlangte Berühmtheit im physikalischen Elektrometer von *Bohnenberger* (1815).

Bei Versuchen mit den erwähnten Elementen zeigten sich grosse Mängel. Die elektrische Wirkung war anfangs gut, wurde aber schon nach einigen Minuten unbefriedigend und verschwand nach längerer Zeit fast gänzlich. Der Grund für das Versagen ist in der Polarisation zu suchen. Der Strom zersetzt das gesäuerte Wasser des Elementes in Sauerstoff und Wasserstoff. Gemeinsam mit der Schwefelsäure verbindet sich der Sauerstoff mit dem Zink, während der an der positiven Kupfer-Elektrode abgeschiedene Wasserstoff diese selbst als Bläschenhaut bedeckt, wodurch die notwendige Berührung des Kupfers mit der Flüssigkeit beeinträchtigt wird. Dazu kommt, dass der Sauerstoff, der sich mit dem Zink zu verbinden strebt, durch seine chemische Verwandtschaft mit dem Wasserstoff von diesem an der Verbindung Sauerstoff—Zink gehindert wird, so dass ein Strom von entgegengesetzter Richtung im Element entsteht. Diese Reaktion nennt man Polarisation. Die galvanische Wirkung des Elements wird damit praktisch aufgehoben.

John Frederic Daniell glückte 1836 in London als Erstem die Unterdrückung des freiwerdenden Wasserstoffs. Mit dem nach ihm benannten «Daniell-Element» (Fig. 2) erreichte er die Depolarisation durch Trennung zweier verschiedener

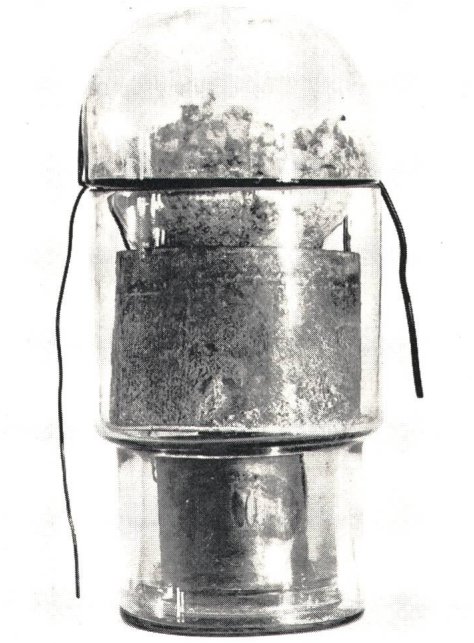


SEV 32315

Fig. 2
Daniell-Element

Flüssigkeiten (Schwefelsäure und Kupfervitriollösung) mittels eines porösen Tonzylinders als Scheidewand, Diaphragma genannt. Dadurch werden die Flüssigkeiten praktisch voneinander getrennt, bleiben aber durch zahlreiche feine Kanälchen elektrisch verbunden. Dem freiwerdenden Wasserstoff wird sofort Sauerstoff zugeführt, der durch Elektrolyse des Kupfervitriols entsteht, und der sich mit dem Wasserstoff zum harmlosen Wasser verbindet. Die positive Elektrode besteht wie bisher aus Kupfer, die negative aus Zink. Dieses wurde schon 1830 von *Sturgeon* mit Quecksilber amalgamiert, um die durch Nichtgebrauch des Elementes entstehende unnötig hohe Zinkauflösung zu vermeiden. Die EMK des konstanten Daniell-Elementes beträgt ungefähr 1,1 V, ändert sich jedoch mit der Beschaffenheit der Flüssigkeiten. Es wurde von *Fleming* auch als Normal-Element verwendet und zeigte bei definierten Elektrolyten und chemisch reinen Elektroden genau 1,072 V bei 20 °C.

Um 1850 galt es für jeden, der sich mit Elektrizität befasste, als Ehrensache, ein neues Element zu erfinden. Man erkannte die verheissungsvollen Möglichkeiten der chemischen Energieumwandlung, um der aufkommenden Technik neue und bahnbrechende Impulse zu verleihen. Sogar *Louis Bonaparte,* Kaiser Napoleon III., erachtete es als «des



SEV 32316

Fig. 3
Meidinger-Ballonelement

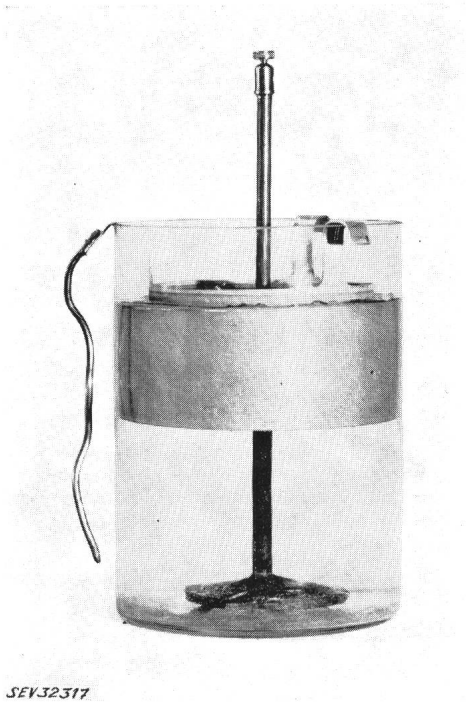


Fig. 4
Krüger-Element

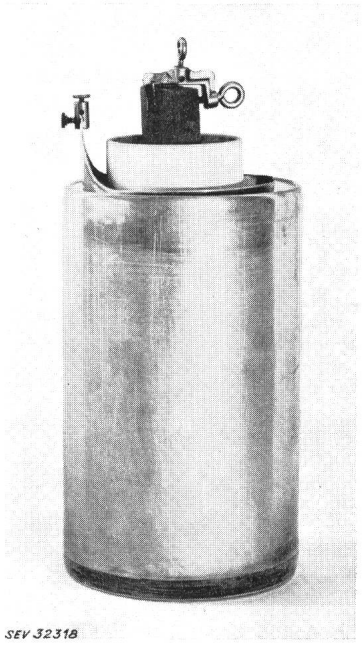


Fig. 5
Bunsen-Element

Schweisses der Edlen wert», zwei Elemente zu erfinden, die eine «gewisse Absonderlichkeit» aufweisen. Auch sie wurden jedoch von der Geschichte der Elektrizität ebenso übergangen, wie die andern in die hunderte oder gar tausende gehenden Entwicklungsformen dieser Zeit.

Namhafte Forscher wie *Smee* (1840) und *Grove* (1838) erreichten mit teuren Platin-Elektroden-Elementen über längere Zeit ebenfalls eine konstante Spannung von ca. 1,9 V. Groves Element (Wasserstoffoxydation mittels Salpetersäure) erfährt übrigens zur Zeit eine Wiedergeburt in der neuesten Autotreibmittel-Forschung. Dabei erfolgt die Aufladung dieser Knallgaskette durch Zuführung von Wasserstoff und Sauerstoff aus Pressgasflaschen. Das Daniell-Element hat in der Folge verschiedene Änderungen erfahren, welche alle zum Ziele hatten, die Vermischung der Flüssigkeiten nach Möglichkeit zu verlangsamen. Dem Karlsruher Professor *Meidinger* gelingt hier als Abschluss der Reihe seiner Erfindungen die Konstruktion des Ballon-Elementes (1859) mit monatelang anhaltender konstanter Spannung (Fig. 3). Die Flüssigkeiten werden nicht mehr mittels einer porösen Tonwand, sondern allein durch die Verschiedenheit ihres spezifischen Gewichtes geschieden, d. h. die eine Flüssigkeit schwimmt auf der anderen wie Öl auf Wasser. Ein Glasballon als Reservoir, gefüllt mit Kupfervitriol-Kristallen (für den automatischen Nachschub der Kupfervitriol-Lösung), vervollständigt die Einrichtung, welche ca. 1 Jahr ohne Wartung 0,95 bis 1,0 V abgibt. Das Meidinger-Element ist das erste technische Element der Deutschen Reichspost.

Später verdrängte das Krügersche Telegraphen-Element (1861), ebenfalls vom Typ *Daniell,* die Meidinger-Elemente (Fig. 4). Die positive Elektrode wird hier als viereckige oder runde Blei-Elektrode mit Stab ausgebildet, welche sich nach kurzem Gebrauch mit metallischem Kupfer überzieht. Der mit der Elektrodenplatte verbundene Stab bedarf keiner Isolation, da er von den Flüssigkeiten nicht angegriffen wird.

Bunsen ersetzte (1842) das teure Platin des Grove-Elementes durch Retortenkohle aus Gasfabriken (Fig. 5). Kohle ist chemisch fast unangreifbar und liegt dem Zink in der schon von Volta aufgestellten Spannungsreihe entgegengesetzt. Es folgt daraus eine EMK von 1,9 V.

Bunsens Konstruktion, die eine grosse Verbreitung gefunden hatte, und *Poggendorffs* Verwendung der Chromsäure als Ersatz für Salpetersäure, die der Ausbildung galvanischer Elemente eine neue Richtung gab (Geruchlosigkeit

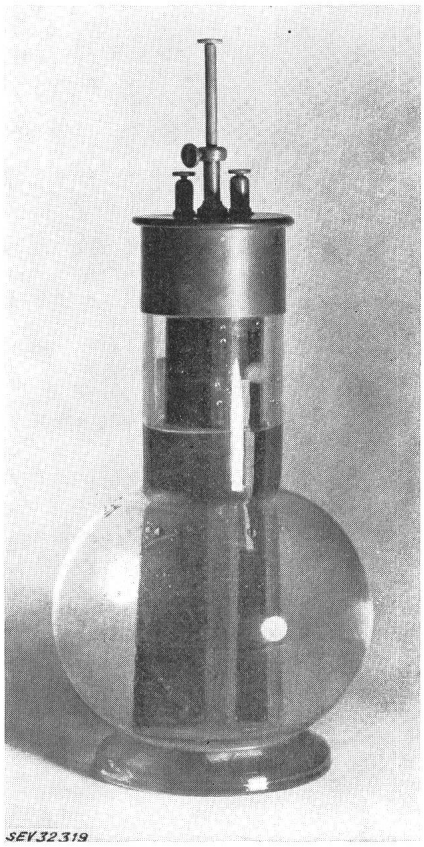


Fig. 6
Grenet-Flaschen-Chromsäureelement

Fig. 7
Chromsäure-Element nach Bunsen-Poggendorff

und höhere Spannung an den Polen), führten zur Einrichtung des damals sehr beliebten Chromsäure-Flaschenelementes, das *Grenet* 1856 vollendete (Fig. 6). Eine andere Form derselben Gattung zeigt Fig. 7. Kohle und Zink dieses Elementes werden in nur eine Flüssigkeit gebracht, so dass sich durch den Wegfall des Diaphragmas eine Vereinfachung ergibt. Die Spannung beträgt 1,9 V. Die beiden Elektroden können bei Nichtgebrauch des Elementes herausgehoben werden, um das Zink dem chemischen Angriff zu entziehen. Eine Batterie mit mechanischer Taucheinrichtung konstruierte *Wollaston* im Jahre 1816 (Fig. 8). Grenet-Flaschenbatterien konnten kleine Glühlampen bis zu zwei Stunden speisen und wurden u. a. auch von Medizinern für die Beleuchtung von Körperhöhlen verwendet. Ältere Ärzte, die mit Faradayschen Elektrisiereinrichtungen zu tun hatten, mögen sich vielleicht noch an die erwähnte Stromquelle in ihrem Instrumentarium erinnern.

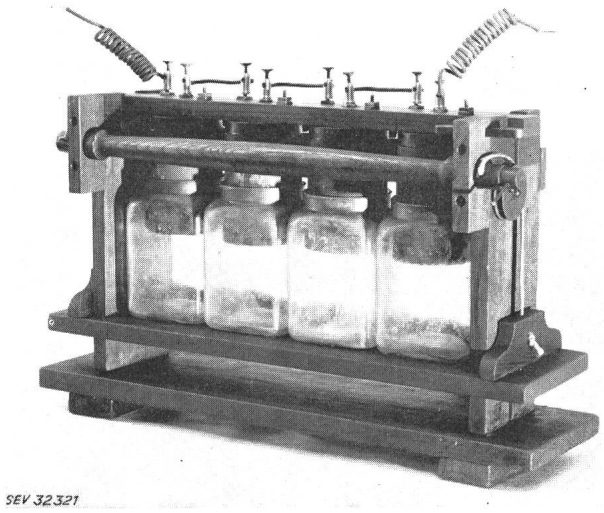


Fig. 8
Vierzellige Wollaston-Batterie mit Taucheinrichtung
Die abgebildete Batterie stammt als antike Stromquelle aus dem «Physikalischen Kabinett» einer Schule

Zu den Elementen mit nur einer Flüssigkeit zählt auch das Leclanché-Element (1868), dessen Braunstein-Kohlegriessfüllung zur Oxydation des Wasserstoffs verwendet wird. Bereits 1843 hatte der Genfer de la Rive vorgeschlagen, Braunstein als Depolarisator zu verwenden. *Leclanché* kommt das Verdienst zu, das erste brauchbare Element dieser Art gebaut zu haben. Fig. 9 zeigt eine Ausführung dieses Elementes um 1920, welches heute noch als Stromquelle für Sonnerieanlagen in alten Häusern zu finden ist. Als Trockenausführung mit Stärkemehl-Träger für den Elektrolyten feierte Leclanchés Taschenlampenbatterie ihren Siegeszug in aller Welt.

Fig. 9
Leclanché-Element mit Braunstein-Depolarisator
Die positive Elektrode besteht aus einem Kohlenstab, der von einem mit Mangansuperoxyd-Kohlegriessgemisch gefüllten Stoffzeug-Mantel umgeben ist. Die negative Elektrode steht in einer wässrigen Lösung aus Chlor-Ammonium
EMK = 1,45...1,47 V

2. Normal-Elemente

Zur genauen Messung von Stromstärken, Spannungen und Widerständen wird in den Gleichstromkompensatoren ein Präzisions-Element verwendet, das heute noch benützt wird: Das Weston-Normalelement (Fig. 10). Die wichtigsten Forscher seiner Entwicklungsgeschichte sind: *Daniell-Fleming* (1885), *Latimer Clark* (1874), *Lord Raleigh* (nach 1874), und *Weston* (1892).

Weston erfindet das heute noch gültige H-förmige Normalelement (EMK = 1,0183 V bei 20 °C), dessen genaue Beschreibung in jedem moderneren Physikbuch zu finden ist. Zu erwähnen ist, dass *Poggendorff* zuerst in seiner Spannungskompensationsschaltung die Weston-Normalquelle verwendet hat.

3. Sekundär-Elemente, Akkumulatoren

Schon *Grove* hatte bereits 1805 mit Hilfe seiner Gasbatterie gezeigt, dass die bereits erwähnte und unerwünschte «Polarisation» dazu benützt werden konnte, als sog. Sekundär-Element Strom abzugeben. Später führten die Beobachtungen des deutschen Forschers *Sinsteden* dazu, die Platin-Elektroden durch Blei zu ersetzen. Mit der Entdeckung des

Fig. 10
Weston-Normalelement

französischen Physikers *Gaston Planté* (1859), dass Blei sich am besten zur Herstellung von «Sekundär-Elementen» oder «Sammlern» eigne, beginnt die eigentliche Entwicklung der Akkumulatoren. *Planté* rollte zwei übereinandergelegte Bleibleche mit einer Guttapercha-Zwischenlage zu einem Zylinder zusammen, den er in 10-%ige Schwefelsäure stellte (Fig. 11). Durch monatelanges Laden und Entladen mittels 2 Bunsen-Elementen wurden die gerollten Elektroden formiert. Den Akkumulator neuerer Prägung schuf *Camille Faure* (1881), ebenfalls Franzose. Es war ihm gelungen,

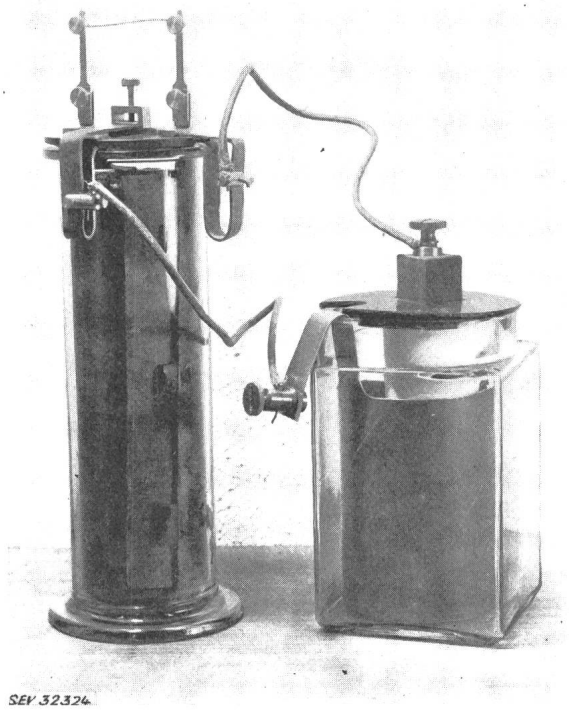


Fig. 11
Erste Anordnung zur Formierung der Blei-Elektroden eines Planté-Sekundärelementes
Links der Planté-Akkumulator mit Heizfaden für Stromanzeige über dem Deckel; *rechts* eines der beiden zur Ladung notwendigen Bunsen-Elemente

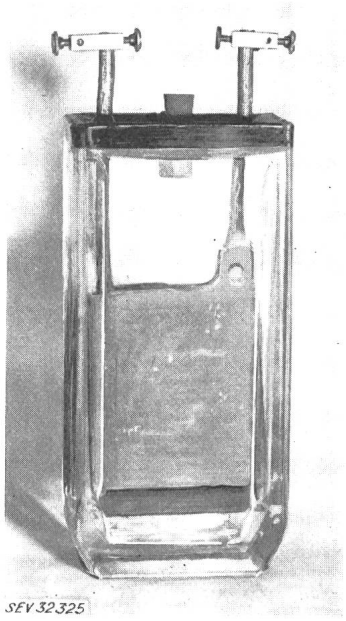


Fig. 12
Faure-Akkumulator
Ausführung ca. 1910

schwammiges Blei herzustellen, welches die Formierung der Elektroden, die er parallel dicht nebeneinander und abwechselnd verbunden in die Flüssigkeit setzte, erleichterte. Er bedeckte die positive Bleiplatte mit Mennige und die negative mit Bleiglätte. So hatte er von vornherein auf beiden Platten Oxydschichten, die zudem dank ihrer porösen Beschaffenheit viel grössere Mengen freiwerdender Gase zu binden vermochten. Die damit erreichte vermehrte Oxydations- und Reduktionswirkung brachte *Faures* Akkumulator schneller auf grössere Höchstleistungen, welche für den zeitgenössischen Elektrotechniker aufsehenerregend waren. Ein allgemeiner Optimismus brach los, und man begann der Zukunft Jahrzehnte an Erwartung vorwegzunehmen, träumte von elektrischen Kutschen und Eisenbahnen, bis man zur ernüchternden Einsicht kam, dass der Faure-Akkumulator mit seiner Leistung weit hinter den hochgesteckten Zielen zurückblieb. Erst der englischen Gesellschaft «Electrical Power Storage», welche *Faures* Patente erworben hatte, gelang es, den Akkumulator sicher und leistungsfähig zu machen, so dass dieser nach der Jahrhundertwende Eingang in die Praxis finden konnte (Fig. 12).

Literatur

[1] *Ostwald, W.:* Johann Wilhelm Ritter, der Begründer der wissenschaftlichen Elektrochemie. ETZ 15(1894)42, S. 569...572.
[2] *Hundert Jahre elektrisches Nachrichtenwesen in der Schweiz* 1852—1952. Bd. 1 und 2. Hg. von der *Generaldirektion PTT*. Bern: Gen. Dir. PTT 1952, 1959.
[3] *Wilke, A.:* Die Elektrizität, ihre Erzeugung und ihre Anwendungen in Industrie und Gewerbe. Bd. 2. Leipzig: Spalmer 1895.
[4] *Niethammer, F.:* Elektrotechnisches Praktikum. Stuttgart: Enke 1902.
[5] *Graetz, L.:* Elektrizität und ihre Anwendungen. 17. Aufl. Stuttgart: Engelhorns Nachf. 1914.
[6] *Ganot, A.:* Traité élémentaire de physique. 21. Aufl. Paris: Hachette 1894.

(Originale und Modelle entstammen der Sammlung des Autors.)

Adresse des Autors:
W. Acklin, dipl. Elektroingenieur, Zumikerstrasse 5, Küsnacht (ZH).