



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Technik der Experimentalchemie

Arendt, Rudolf

Hamburg [u.a.], 1900

Galvanische Elemente

[urn:nbn:de:hbz:466:1-84031](#)

TEGTMAYER* (Fig. 40) aufgehoben. Diese ist aus Stahl gearbeitet und ermöglicht das sichere Erfassen selbst kleinster Tröpfchen.

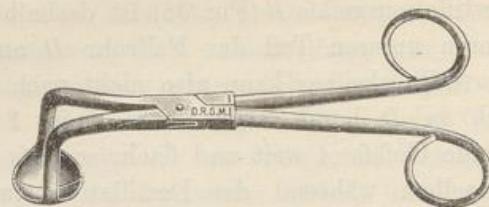


Fig. 40.
Quecksilberzange nach TEGTMAYER.

Aus engen, schwer zugänglichen Spalten lässt sich das Quecksilber auch mittels eines amalgamierten Zinkdrahts oder eines zugespitzten Streifen Zinkblech entfernen.

GALVANISCHE ELEMENTE.

Für kleinere Verhältnisse reichen 2 bis 4 BUNSEN'sche Elemente (Zink-Schwefelsäure, Kohle, Salpetersäure, Fig. 41c,) oder auch BUNSEN'sche Chromsäureelemente in der Flaschenform (Fig. 41, b) aus. Wer es haben kann, schafft sich eine oder zwei konstante Standbatterien an und stellt dieselben so auf, wie es in Fig. 42 gezeichnet ist.

Der untere der beiden Kästen enthält eine zwölfpaarige LECLANCHÉ-Batterie in der modifizierten Form ohne Thonzelle, wovon ein Element in Fig. 41, a abgebildet ist. Das Glas ist 30 cm hoch und 10 cm weit. Die Kohlenplatte 32 cm lang und 5 cm breit, die Zinkplatte 18 cm lang und 4 cm breit. Letztere ist in eine Holzplatte eingehängt, die man direkt auf den Rand des Glases legt. Das Glas wird zuerst an seinem oberen Rande 2 bis 3 cm breit mit einer Mischung von Wachs und Talg eingefettet, dann mit 2 l Wasser gefüllt und darin 300 g Salmiak gelöst. Dann schüttet man 200 g eines Gemisches aus gröslich gepulvertem, staubfreiem Braunstein und ebensolcher Retortenkohle hinein und taucht in dieses die Kohlenplatte, welche man am oberen Rande zuvor in geschmolzenes Paraffin eingetaucht und letzteres nach dem Erkalten an derjenigen Stelle, wo die Klemmschraube anfasst, wieder abschabt. Dies, sowie das Einfetten des Glasrandes geschieht, um das Efflorescieren des Salmiaks zu verhüten. Die Zinkplatte wird dann der Kohlenplatte auf 2 cm Entfernung gegenüber gehängt; sie darf das Braunsteingemisch

* Chem. Centr.-Blatt 1899, I, 322.

nicht berühren. Die Elemente werden in vier Reihen à 3 Stück in den Kasten gestellt. Die Verbindung geschieht in Gruppen von drei (I), drei (II) und sechs (III), wie Fig. 43 zeigt. Die Poldrähte jeder Gruppe werden durch die vordere Wand des Kastens geführt und sind hier mit Klemmschrauben versehen (im ganzen sechs). Von diesen gehen sechs gut isolierte starke Leitungsdrähte unter dem Fußboden weg zum Experimentiertisch und endigen hier in dem Stöpselumsschalter (s. unten), sie sind mit den Nummern 1, 2, 3, 4, 5, 6 bezeichnet. Die Polklemmen 2 und 3, sowie 4 und 5 sind außerhalb durch Drähte verbunden. Diese

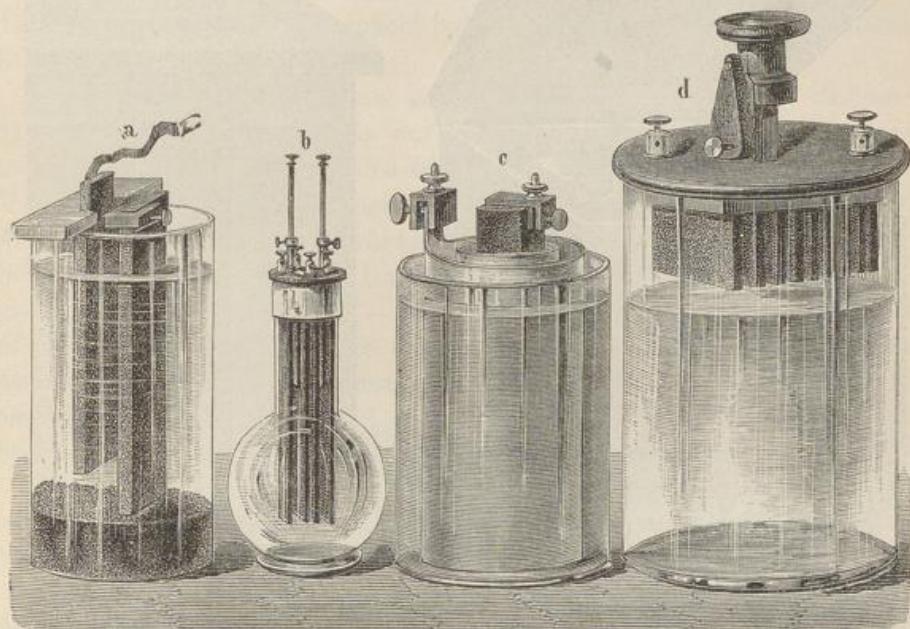


Fig. 41. Galvanische Elemente.

LECLANCHÉ-Batterie bedarf keiner besonderen Abwartung; sie steht, wenn man von Zeit zu Zeit das verdunstete Wasser durch Nachgießen ersetzt, jahrelang.

In neuester Zeit sind die LECLANCHÉ-Elemente unter dem Namen LECLANCHÉ-BARBIER durch mehrere Verbesserungen in eine Form gebracht worden, welche der oben beschriebenen in mehreren Beziehungen vorzuziehen sein dürfte, und deren Anschaffung, wenn nicht Elemente der älteren Form bereits vorhanden sind, zu empfehlen ist. Die vierseitig-prismatische Gestalt, welche der Erfinder den Gläsern zuerst gegeben hat, ist beibehalten worden. Der Braunstein wird aber nicht als loses Pulver angewendet, sondern ist mit einem Klebstoff zu einem Hohlcylinder

geprefst, wodurch die Thonzelle vermieden ist. In die Lösung wird der cylindrische Zinkstab eingehängt. Das Wichtigste ist, dass durch eine passende Paraffin- und Gummidichtung die Verdunstung so gut wie ganz beseitigt und dadurch das Element viel dauerhafter geworden ist.

Der obere Kasten enthält eine Batterie von sechs Chromsäureelementen nach BUNSEN-POGGENDORFF, von denen eine in Fig. 41, *d* ab-

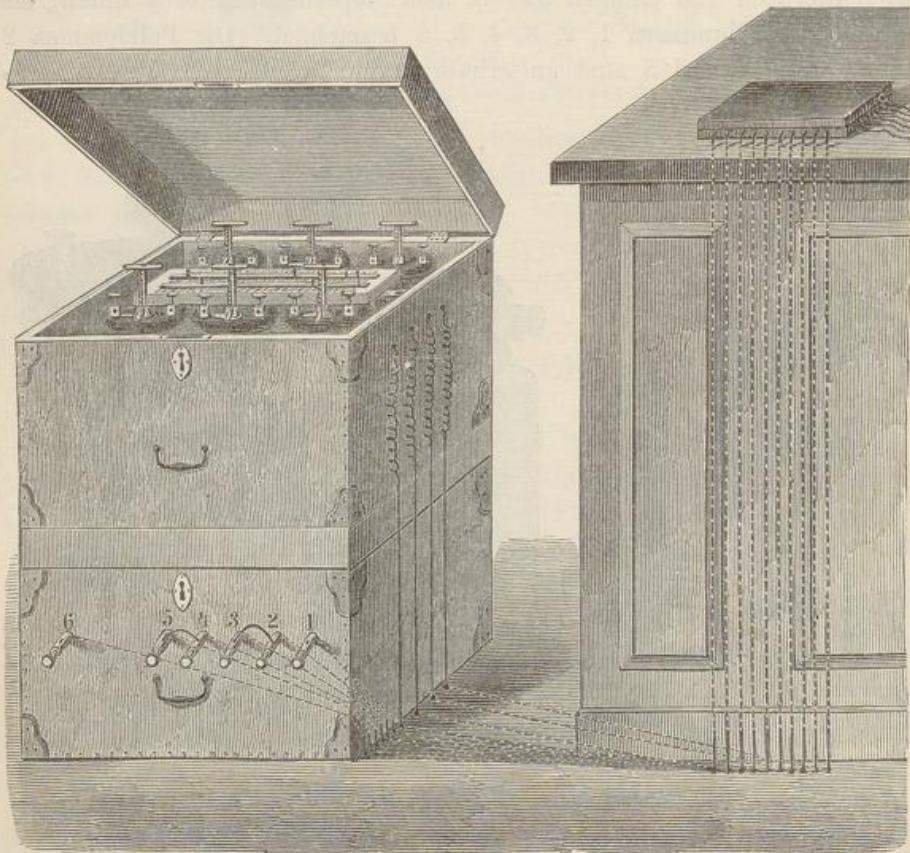


Fig. 42. Standbatterie.

gebildet ist. Vier (oder fünf) Kohlenplatten und drei (oder vier) dazwischen gestellte amalgamierte Zinkplatten sind an einem starken Stabe von Holz befestigt, welcher durch den dicht schliessenden Holzdeckel geht, so dass das Ganze aufgezogen und in gehobener Stellung befestigt werden kann. Sämtliche Kohlenplatten sind auf einer dicken Rotgussplatte festgelötet, die mit der einen Klemmschraube auf dem Deckel leitend verbunden ist. Ebenso sind die Zinkplatten unter sich und mit der anderen Klemmschraube verbunden. Sie können behufs der Reinigung seitlich herausgezogen und

wieder eingesetzt werden. Das Glas faßt bis zum unteren Rande der Platten (wenn sie gehoben sind) 4 bis 4,5 l Flüssigkeit. Jedes Element muß einzeln eingetaucht werden, nicht wie bei BUNSEN die ganze Batterie zugleich.* Dies ist anscheinend weniger bequem, gewährt aber folgende Vorteile. Zuvörderst ist es dadurch ermöglicht, die Elemente mit dem Deckel dicht zu verschließen, wodurch Verdunstung besser verhütet wird. Ferner kann man jedes Element einzeln zur Wirkung bringen und beliebig mit jedem anderen kombinieren, um je nach Bedarf schwache oder starke Ströme zu erzeugen. Auch lassen sie sich mit Hilfe des in Fig. 43 (oben) abgebildeten Batterie-Umschalters, der gleich auf den Deckeln der Elemente im Kasten angebracht ist, in beliebiger Weise kombinieren (s. w. u.).

Die Füllung der Elemente geschieht mit der sogenannten Chromsäuremischung, welche man durch Auflösen von 1 kg Kaliumdichromat und 1,25 l konzentrierter Schwefelsäure in 10 l Wasser herstellt. Das Dichromat wird gepulvert angewendet und nicht gleich mit der ganzen Menge Wasser, sondern zuvörderst nur mit 2—3 l übergossen und die Schwefelsäure unter stetigem Umrühren allmählich zugesetzt. Unter Nachgießen der noch fehlenden 7—8 l Wasser wird unter stetem Umrühren die Lösung vollendet. Statt des schwerlöslichen Kaliumdichromats ist das leichter lösliche Natriumsalz $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2\text{H}_2\text{O}$ durch WALThER** empfohlen worden, von welchem sich eine weit konzentriertere Lösung herstellen läßt: auf 1 kg des käuflichen Salzes soll man etwa 0,9 l Schwefelsäure und $2\frac{1}{2}$ l Wasser anwenden. (Dieselbe Lösung kann man auch mit Vorteil anstatt der Salpetersäure in den BUNSEN'schen Kohlenelementen benutzen.)

Die Mischung dieser Lösungen ist eine solche, daß die durch Reduktion entstehende grüne Chromsulfatlösung schwerer ist, als die ursprüngliche rote Flüssigkeit und infolgedessen zu Boden sinkt. Da die Platten nur in das obere Drittel der Flüssigkeit eintauchen, so bleiben sie stets mit frischer Lösung in Berührung, bis die grüne Lösung zu ihnen hinauf dringt. Bedingung ist, daß die Elemente völlig ruhig stehen. Man achte sorgfältig darauf, daß nach jedesmaliger Benutzung die Platten sogleich wieder gehoben werden.

Wenn nach längerer Benutzung die Elemente frisch gefüllt werden müssen, so versäume man nicht, auch die Zinkplatten frisch zu amalgamieren. Man trennt sie von den Kohlenplatten und setzt sie in ver-

* Pogg. Annal., Bd. 155.

** Journal für praktische Chemie [N. F.], Bd. 31, S. 527. — Chem. Centr.-Blatt 1885, S. 833.

dünnte Schwefelsäure, in welcher man zuvor eine angemessene Menge rotes Quecksilberoxyd gelöst hat, wobei sie nur soweit einzutauchen sind, daß die Rotgulfsfassung außerhalb der Flüssigkeit bleibt. Hier soll der eingetrocknete Salzüberzug erweichen. Die anfänglich eintretende Wasserdampfentwicklung wird bald schwächer und hört schließlich ganz auf, sobald sich die Platten durch Bildung eines dünnen Quecksilberüberzugs schwach amalgamiert haben. Sie werden dann herausgenommen, mit einer schmalen Stielbürste mechanisch gereinigt, mit metallischem Quecksilber übergossen (oder in solches eingetaucht) und so lange damit eingerieben, bis sie völlig blank erscheinen. — Wenn die Batterie sehr lange Zeit nicht in Gebrauch gewesen und infolgedessen der Salzüberzug auf den Zinkplatten sehr hart geworden ist, so ist das Amalgamieren eine mühsame und langwierige Arbeit, und führt meistens zu keinem guten Resultate. Es ist deshalb anzuraten, wenn in der Benutzung des Apparats voraussichtlich eine längere Pause eintritt, die Zinkplatten herauszunehmen und, solange der Überzug noch weich ist, zu reinigen. Man kann sie dann wieder einsetzen und braucht sich übrigens, da durch die Deckel der Elemente die Verdunstung verhütet ist, um sie bis zur völligen Erschöpfung der Lösung nicht weiter zu kümmern.

Die Einrichtung des Batterie-Umschalters und seine Verbindung mit den Elementen ist folgende: Auf einer Holzplatte sind zweimal sechs Messingstreifen, *A* bis *F* (Fig. 43), 6—7 mm breit und 2 mm dick, so wie es die Figur zeigt, nebeneinander befestigt. Diese sind mit den Polen der Elemente in ebenfalls leicht ersichtlicher Weise verbunden. Auf ihnen, durch Hartgummi isoliert, liegen querüber zwei andere ebenso breite und dicke Messingstreifen, welche mit + und — bezeichnet sind. Der + Streifen hat zwischen *C* und *C*, der — Streifen zwischen *D* und *D* eine Unterbrechung (weiter unten kurzweg „Lücke“ genannt), welche aber durch Einsetzen eines Messingstöpsels ausgefüllt werden kann. An den Kreuzungsstellen der Streifen + und — mit *A* bis *F* sind Durchbohrungen angebracht, in welche man Messingstöpsel einsetzen und dadurch die Verbindung der + und — Streifen mit den Polen der Elemente herstellen kann. Stöpselt man z. B. *A*— und *A*+, so sind die Pole des Elements *A* mit den Streifen + und — in leitende Verbindung gebracht. Endlich kann auch noch Streifen *A*+ mit *B*—, *B*+ mit *C*— etc. verbunden werden, wenn man in die zwischen beiden angebrachte Bohrung einen Stöpsel einsetzt.

Jeder + und — Streifen ist durch zwei starke, gut isolierte Drähte mit dem Tischumschalter (Fig. 43, unten, im Grundriss) verbunden. Dieser besteht aus 10 Querstreifen, 1 bis 10, und sechs darauf liegenden isolierten Längsstreifen, *a* bis *f*. Streifen + des Batteriumschalters ist

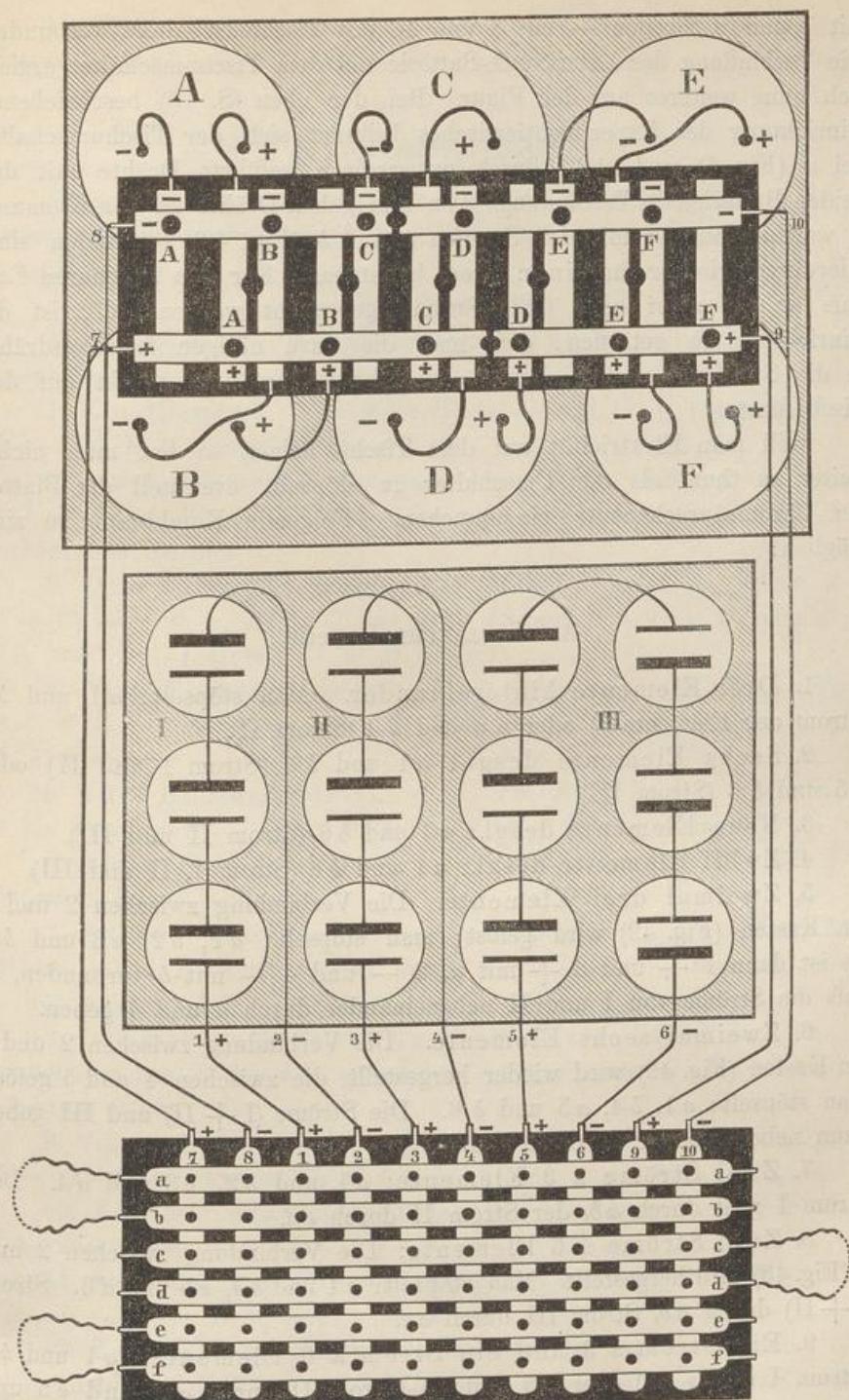


Fig. 43. Standbatterie, Grundriss, nebst Umschalter.

mit 7 und 9 Streifen — mit 8 und 10 des Tischumschalters verbunden. Die Verbindung der LECLANCHÉ-Batterie mit dem Tischumschalter ergiebt sich ohne weiteres aus der Figur. Bei der oben (S. 13) beschriebenen Einrichtung des Experimentiertheates befindet sich der Tischumschalter bei *u* (Fig. 6) und steht durch unterirdisch geführte Drähte mit den beiden Batterien in Verbindung. Von ihm gehen Drähte zu den Klemmen *q*, welche dauernd mit den Streifen *a* und *b* (Fig. 43) verbunden sind. Hierdurch wird er für einen Strom benutzbar. Für den selteneren Fall, daß er für zwei oder drei Ströme gebraucht werden soll, ist die Einrichtung so getroffen, daß man die dazu nötigen Leitungsdrähte in die Streifen *c* und *d*, bzw. *e* und *f* einspannt und direkt auf den Tisch führt.

Will man Elektricität auf dem Tische haben, so hat man nichts weiter zu thun, als den Umschalter zu stöpseln, eventuell die Platten der Chromsäureelemente einzutauchen. Folgende Kombinationen sind möglich:

A. LECLANCHÉ-Batterie.

1. Drei Elemente hintereinander. Man stöpselt: *a* 1 und *b* 2 (Strom der Elemente I) oder *a* 3 und *b* 4 (Strom II).
2. Sechs Elemente desgl.: *a* 1 und *b* 4 (Strom I und II) oder *a* 5 und *b* 6 (Strom III).
3. Neun Elemente desgl.: *a* 3 und *b* 6 (Strom II und III).
4. Zwölf Elemente desgl.: *a* 1 und *b* 6 (Strom I, II und III).
5. Zweimal drei Elemente. Die Verbindung zwischen 2 und 3 am Kasten (Fig. 42) wird gelöst; man stöpselt: *a* 1, *b* 2, *a* 3 und *b* 4. Es ist dann 1 + und 3 + mit *a*, 2 — und 4 — mit *b* verbunden, so daß die Ströme von I und II nebeneinander durch *a* und *b* gehen.
6. Zweimal sechs Elemente. Die Verbindung zwischen 2 und 3 am Kasten (Fig. 42) wird wieder hergestellt, die zwischen 4 und 5 gelöst. Man stöpselt: *a* 1, *b* 4, *a* 5 und *b* 6. Die Ströme (I + II) und III gehen dann nebeneinander durch *a* und *b*.
7. Zwei Ströme à 3 Elemente: *a* 1 und *b* 2, *c* 3 und *d* 4. Der Strom I geht durch *a* *b*, der Strom II durch *c* *d*.
8. Zwei Ströme à 6 Elemente: Die Verbindung zwischen 2 und 3 (Fig. 43) wird hergestellt. Man stöpselt: *a* 1 und *b* 4, *c* 5 und *d* 6. Strom (I + II) durch *a* *b*, Strom III durch *c* *d*.
9. Ein Strom à 3 und ein Strom à 6 Elemente: *a* 1 und *b* 2 (Strom I durch *a* *b*) oder *a* 3 und *b* 4 (Strom II durch *a* *b*) und *c* 5 und *d* 6 (Strom III durch *c* *d*).

10. Drei Ströme: a_1 und b_2 (Strom I durch ab), c_3 und d_4 (Strom II durch cd), e_5 und f_6 (Strom III durch ef).

B. Chromsäure-Batterie.

Wenn hier von einem der Elemente $A-F$ die Rede ist, so ist es selbstverständlich, daß seine Platten eingetaucht werden müssen.

I. Ein einziger Strom.

Man stöpselt am Tischumschalter: a_7 , b_8 , a_9 , b_{10} , am Batterieumschalter die Lücke (s. oben).

1. Ein Element. Man stöpselt: $A-$ und $A+$ (Strom A) oder $B-$ und $B+$ (Strom B) etc.

2. Zwei Elemente hintereinander: $A-$, AB , $B+$ (Strom $A+B$) oder $B-$, BC , $C+$ (Strom $B+C$) oder $C-$, CD , $D+$ (Strom $C+D$) etc.

3. Drei Elemente desgl.: $A-$, AB , BC und $C+$ (Strom $A+B+C$) oder $B-$, BC , CD und $D+$ (Strom $B+C+D$) oder $C-$, CD , DE , $E+$ (Strom $C+D+E$) etc.

4. Vier Elemente desgl.: $A-$, AB , BC , CD , $D+$ (Strom $A+B+C+D$) oder $B-$, BC , CD , DE , $E+$ (Strom $B+C+D+E$) etc.

5. Fünf Elemente desgl.: $A-$, AB , BC , CD , DE , $E+$ (Strom A bis E) oder $B-$, BC , CD , DE , EF , $F+$ (Strom A bis F).

6. Sechs Elemente desgl.: $A-$, AB , BC , CD , DE , EF , $F-$ (Strom A bis F).

7. Zweimal ein Element nebeneinander: $A-$, $A+$, $B-$, $B+$ (Strom A und B nebeneinander durch ab und zwar $+$ durch 7 und 9, $-$ durch 8 und 10). Oder $B-$, $B+$, $C-$, $C+$ etc.

8. Dreimal ein Element desgl.: $A-$, $A+$, $B-$, $B+$, $C-$, $C+$ (Strom A neben B neben C , alle durch ab und zwar $+$ durch 7 und 9, $-$ durch 8 und 10).

9. Viermal ein Element desgl.: $A-$, $A+$, $B-$, $B+$, $C-$, $C+$, $D-$, $D+$ (Strom A, B, C, D).

10. Fünfmal ein Element desgl.: $A-$, $A+$, $B-$, $B+$, $C-$, $C+$, $D-$, $D+$, $E-$, $E+$.

11. Sechsmal ein Element desgl.: $A-$, $A+$, $B-$, $B+$, $C-$, $C+$, $D-$, $D+$, $E-$, $E+$, $F-$, $F+$.

12. Zweimal zwei Elemente desgl.: $A-$, AB , $B+$, $C-$, CD , $D+$ (Strom $A+B$ neben $C+D$ durch ab). Oder $B-$, BC , $C+$, $D-$, DE , $E+$; oder $C-$, CD , $D+$, $E-$, EF , $F+$.

13. Zweimal drei Elemente desgl.: $A-$, AB , BC , $C+$, $D-$, DE , EF , $F+$ (Strom A bis C neben D bis F , beide durch ab).

14. Dreimal zwei Elemente desgl.: $A-$, AB , $B+$, $C-$, CD , $D+$, $E-$, EF , F (drei Ströme nebeneinander durch ab).

II. Zwei getrennte Ströme.

Man stöpselt am Tischumschalter: $a7$, $b8$, $c9$, $d10$; am Batterieumschalter wird der Stöpsel aus der Lücke entfernt.

1. Ein und ein Element: $A-$, $A+$ und $D-$, $D+$ (Strom A durch $7a$, $8b$; Strom D durch $9c$, $10d$); oder $B-$, $B+$, $E-$, $E+$ etc.

2. Ein und zwei Elemente: a) $A-$, $A+$ und $D-$, DE , $E+$ (Strom A durch $7a$ und $8b$, Strom D bis E durch $9c$ und $10d$). Oder $B-$, $B+$ und $E-$, EF , $F+$ etc.

b) $A-$, $A+$ und $D-$, $D+$, $E-$, $E+$ (Strom A ebenso, Strom D neben E durch $9c$ und $10d$) etc.

3. Ein und drei Elemente: a) $A-$, $A+$ und $D-$, DE , EF , $F+$; oder umgekehrt. (Strom A durch $a7$ und $b8$, Strom D bis F durch $9c$ und $10d$.)

b) $A-$, $A+$ und $D-$, $D+$, $E-$, $E+$, $F-$, $F+$ (Strom A ebenso, Strom D neben E neben F durch $9c$ und $10d$).

4. Zwei und drei Elemente: a) $A-$, AB , $B+$ und $D-$, DE , EF , $F+$ oder $B-$, BC , $C+$ und $D-$, DE , EF , $F+$.

b) $A-$, $A+$, $B-$, $B+$ und $D-$, $D+$, $E-$, $E+$, $F-$, $F+$ (Strom A neben B durch $7a$ und $8b$ und Strom D neben E neben F durch $9c$ und $10d$) etc.

5. Drei und drei Elemente: a) $A-$, AB , BC , $C+$ und $D-$, DE , EF , $F+$ (Strom A bis C durch $7a$ und $8b$, Strom D bis F durch $9a$ und $10d$).

b) $A-$, $A+$, $B-$, $B+$, $C-$, $C+$ und $D-$, $D+$, $E-$, $E+$, $F-$, $F+$ (Strom A neben B neben C durch $7a$ und $8b$, Strom D neben E neben F durch $9c$ und $10d$).

Diese Einrichtung genügt allen Anforderungen, die man an eine für Vorlesungszwecke bestimmte Batterie stellen kann. Die LECLANCHÉ-Elemente sind für schwächere Wirkungen bestimmt, z. B. zum Verkupfern, Versilbern, Vergolden, Vernickeln. Die ganze Batterie, kombiniert nach A, 4 (s. oben S. 64), giebt schon eine ziemlich lebhafte Wasserzersetzung (die allerdings besser mit der Chromsäurebatterie ausgeführt wird) und erzeugt ein deutlich fühlbares Zucken in den Fingern, wenn man die Poldrähte mit den durch verdünnte Schwefelsäure befeuchteten Fingern berührt. Ferner lassen sich damit in der Elektricitätslehre die elektro-

magnetischen Versuche (Telegraph, elektromagnetische Kraftmaschine etc.) sehr gut ausführen. Die Chromsäurebatterie wendet man an, wenn gröfsere Elektricitätsmengen gebraucht werden, z. B. zur Elektrolyse von Wasser, Salzsäure, Ammoniak, zum Glühen und Schmelzen von Metalldrähten, zum Betriebe grösserer Induktionsapparate und zu elektrischem Licht. (Der STÖHRER'sche Regulator mit Glycerin giebt mit 6 Elementen von der beschriebenen Grösse in der Kombination B, I, 6 [S. 65] stundenlang ein gutes und gleichmässiges Licht, welches schon zu kleinen elektrisch-optischen Versuchen ausreichend ist; und mit einem grossen STÖHRER'schen Induktionsapparat lassen sich mit derselben Kombination jederzeit, so lange die Batterie noch nicht erschöpft ist, Funken bis 7 cm Länge ziehen.)

Wer über reiche Mittel verfügt, schafft sich eine **Dynamomaschine** an, und zwar eine grosse für den Betrieb durch zwei Männer, oder noch besser durch eine einpfardige Gaskraftmaschine. Die mir zur Verfügung stehende von FRAAS in Wunsiedel giebt, wie schon erwähnt, bei schärfster Ausnutzung Ströme bis zu 50 Volt bei 18 Ampère (s. oben S. 10).

AKKUMULATOR.

1. Akkumulator mit Strafzenstrom. Durch die sich immer mehr ausbreitende Errichtung elektrischer Centralen für Licht und Kraft selbst in kleineren Städten ist die Beschaffung einer Akkumulatoren-Batterie immer mehr erleichtert und sicherlich wird kein Lehrer einer höheren Schule die Gelegenheit unbenutzt lassen, sich dieses vorzügliche Hilfsmittel für seinen Unterricht, wenn die sonstigen Verhältnisse es gestatten, dienstbar zu machen. Eine Akkumulatoren-Batterie macht alle anderen galvanischen Apparate überflüssig, welche in Zukunft nur noch für Demonstrationszwecke im Physikunterricht Verwendung finden werden. Damit entfallen auch alle die oft recht mühseligen und zeitraubenden Arbeiten für Füllung, Reinigung und Reparatur der Elemente und — was besonders ins Gewicht fällt — ein galvanischer Strom steht immer zur Verfügung und ist mit grösster Leichtigkeit momentan in Thätigkeit zu setzen, ohne dass man zu fürchten braucht, von der Batterie, wenn dieselbe einmal zu außergewöhnlicher Zeit gebraucht wird, im Stich gelassen zu werden. Zwar sind die Kosten für die Einrichtung einer Akkumulatorenbatterie mit allen dazu gehörigen Apparaten nicht unerheblich; aber es ist nur