

# Elektrotechnische Rundschau.

Zwölftes Heft.



September 1890.

## Grundsätze der bei der Elektrometallurgie angewandten Methoden.

Von A. Minet.

Diese Wissenschaft wird von 3 Gesetzen geleitet; das wichtigste ist vom industriellen Standpunkt aus das Gesetz von Sprague, welches als das reciproke Gesetz der Maximalleistung, auf welchem die metallurgischen Verfahren beruhen, angesehen werden kann.

1. Gesetz der Quantität. Abgeleitet von den Faradayschen und Becquerelschen Gesetzen. Die neuesten Arbeiten von Weber, Mascart (1881), Kohlrausch (1884), Lord Rayleigh und Sedwick gestatten eine genaue Erklärung desselben.

»Wenn ein Elektrolyt von einer Elektrizitätsmenge = 96512 Coulomb durchflossen wird, so wird das Gewicht der zersetzten Stoffe als absoluter Wert durch sein in Gramm ausgedrücktes Molekulargewicht dargestellt, mit der Bedingung, dass das elektronegative Element mit einem einzigen Aequivalent in die chemische Formel eintritt.«

Beispiel: Lässt man einen Strom von genügender Spannung in mehrere Elektrolyte, deren chemische Formeln folgende sind, eintreten:

Natriumchlorür . . . . .	Na Cl
Zinnchlorid . . . . .	Sn Cl <sup>2</sup> (1)
Aluminiumchlorid . . . . .	Al <sup>2</sup> Cl <sup>3</sup>

und deren wirkende Elektrizitätsmenge 96512 Coulomb ist, so bezeichnet sich das Gewicht der zersetzten Stoffe durch folgende elektrolytische Formeln:

Natriumchlorür . . . . .	Na Cl
Zinnchlorid . . . . .	Sn <sup>1/2</sup> Cl (2)
Aluminiumchlorid . . . . .	Al <sup>2/3</sup> Cl

Das absolute Gewicht jedes Elements, welches in diese Formeln eingesetzt wird, ist durch sein in Gramm ausgedrücktes Aequivalent, oder für die Elemente ungleicher Wertigkeit durch sein Atomgewicht, und für die Elemente gleicher Wertigkeit durch die Hälfte seines Atomgewichts in Gramm dargestellt.

### Bemerkungen.

1) Die Zahl 96512 ist gleich dem Elektrizitätsäquivalent und wird mit Q bezeichnet. Dann ist  $Q = JO$ , wenn J Stromstärke in Ampère und O Zeit in Sekunden bedeutet.

2) Das elektrochemische Aequivalent eines Elements stellt als absoluten Wert die Menge dieses freigewordenen Elementes am positiven Pol durch ein Coulomb dar.

$\epsilon q$  elektrochemisches Aequivalent,  
 $E q$  chemisches Aequivalent.

Nach derselben Erklärung des Gesetzes der Quantität schreibt man:

$$\epsilon q = \frac{E q}{96512}$$

## Wärmebildung der elektrolytischen Konstanten der Chlorüre.

Elektro- positive Elemente	Elektrochemische und thermische Konstanten, die dem Elektrizitätsäqui- valent (96512 Coulomb) entsprechen.			Elektrochemische u. mechanische Konstanten, einer Strommenge von 1000 Amp.-Stunden (3600000 Coulomb) entsprechend.				Gewicht des elektro- negativen Elements für eine Leistung von 1 HP. Stunde	Leistung in HP. Stunden für die Produktion von 1 kg des Elements
	Formel	Mole- kular- gewicht	Wärme- bildung	Gewicht des Element- tes	Ge- ringste E. M. K. e	Poten- tial- diffe- renz. E	Elektri- sche Gesamt- menge $\frac{\epsilon \times 100}{g \times 75}$		
		Gramm	Gr.Kalor.	Kilogr.	Volt	Volt	HP.	Kilogramm	HP.
Gold . . .	$\text{Au}^{\frac{2}{3}}\text{Cl}$	101,2	9,1	2,45	0,397	1,397	1,86	1,32	0,76
Chrom . . .	$\text{Cr}^{\frac{1}{3}}\text{Cl}$	53	17,1	0,652	0,745	1,745	2,35	0,280	3,60
Palladium . . .	$\text{Pd Cl}$	88,5	20,2(s)	1,971	0,88	1,88	2,54	0,780	1,29
Platin . . .	$\text{Pt Cl}$	134,5	20,9	3,700	0,91	1,91	2,55	1,430	0,70
Arsenik . . .	$\text{As}^{\frac{1}{3}}\text{Cl}$	60,5	23,1	0,932	1,00	2,00	2,71	0,360	2,80
Silber . . .	$\text{Ag Cl}$	143,5	29,2	4,030	1,28	2,28	3,03	1,330	0,75
Quecksilber . . .	$\text{Hg Cl}$	135,5	29,8	3,740	1,30	2,30	3,10	1,200	0,83
Wismut . . .	$\text{Bi}^{\frac{1}{3}}\text{Cl}$	105,5	30,2(s)	2,610	1,32	2,32	3,13	0,830	1,20
Antimon . . .	$\text{Sb}^{\frac{1}{3}}\text{Cl}$	75,5	30,5(s)	1,490	1,33	2,33	3,14	0,470	2,11
Kupfer . . .	$\text{Cu Cl}$	67,2	31,30	1,180	1,36	2,36	3,15	0,375	2,66
Thallium . . .	$\text{Tl Cl}$	239,4	38,50	7,607	1,68	2,68	3,62	2,011	0,48
Blei . . .	$\text{Pb Cl}$	139	39,20	3,850	1,71	2,71	3,64	1,070	0,93
Hydrogen . . .	$\text{H Cl}$	36,5	39,30	0,0373	1,72	2,72	3,65	0,010	96,5
Silicium . . .	$\text{Si}^{\frac{1}{4}}\text{Cl}$	39	39,40	0,131	1,73	2,73	3,67	0,036	28
Zinn (per) . . .	$\text{Sn}^{\frac{1}{2}}\text{Cl}$	65	39,4	1,000	1,73	2,73	3,67	0,300	3,3
Zinn (pro) . . .	$\text{Sn Cl}$	94,5	40,6	2,200	1,77	2,77	3,68	0,600	1,67
Eisen (per) . . .	$\text{Fe}^{\frac{2}{3}}\text{Cl}$	54,2	42,6	0,695	1,86	2,86	3,81	0,183	5,46
Nickel . . .	$\text{Ni Cl}$	65	46,8	1,100	2,04	3,04	4,04	0,271	3,67
Kobalt . . .	$\text{Co Cl}$	65	47,4	1,100	2,07	3,07	4,08	0,269	3,71
Cadmium . . .	$\text{Cd Cl}$	91,5	48,1	2,080	2,10	3,10	4,12	0,500	2,00
Eisen (pro) . . .	$\text{Fe Cl}$	63,5	50	1,040	2,18	3,18	4,23	0,243	4,07
Zink . . .	$\text{Zn Cl}$	68	56,4	1,210	2,46	3,46	4,60	0,263	3,80
Mangan . . .	$\text{Mn Cl}$	63	64	1,030	2,79	3,79	5,04	0,208	4,80
Ammonium . . .	$\text{Az H}^{\frac{2}{3}}\text{Cl}$	53,3	72,7	0,670	3,16	4,16	5,53	0,121	8,25
Aluminium . . .	$\text{Al}^{\frac{3}{3}}\text{Cl}$	44,6	79,3	0,338	3,46	4,46	5,93	0,057	17,5
Baryum . . .	$\text{Ba Cl}$	104	x+32,7	2,560	—	—	—	—	—
Magnesium . . .	$\text{Ma Cl}$	47,5	93,5	0,470	4,08	5,08	6,67	0,070	14,2
Calcium . . .	$\text{Ca Cl}$	55,5	93,8	0,745	4,09	5,09	6,77	0,110	9,09
Natrium . . .	$\text{Na Cl}$	58,5	96,2	0,860	4,20	5,20	6,92	0,124	8,05
Strontium . . .	$\text{St Cl}$	79,3	97,8	1,630	4,25	5,25	6,96	0,233	4,28
Kalium . . .	$\text{K Cl}$	74,6	100,8	1,460	4,40	5,40	7,18	0,203	4,92
Lithium . . .	$\text{Li Cl}$	42,5	101,9	0,273	4,45	5,45	7,15	0,037	26,6

## Wärmebildung der Oxyde.

Elektropositive Elemente.	Elektrolytische Moleküle.		Wärmebildung.	
	Formeln	Gewicht	Fester Zustand	Aufgelöster Zustand
		Gramm	Gr. Kalorien	Gr. Kalorien
Gold . . . . .	$\text{Au}^{\frac{2}{3}}\text{O}$	74	1,9	—
Silber (pro) . . . . .	$\text{Ag O}$	116	3,5	—
Silber (per) . . . . .	$\text{Ag}^{\frac{2}{3}}\text{O}$	80	3,5	—
Platin . . . . .	$\text{Pt O}$	107	7,5	—
Palladium (per) . . . . .	$\text{Pd}^{\frac{1}{2}}\text{O}$	34,5	7,6	—
Palladium (pro) . . . . .	$\text{Pd O}$	61	10	—
Kohlenstoff (pro) . . . . .	$\text{C O}$	14	13	—
Quecksilber (per) . . . . .	$\text{Hg O}$	108	15,5	—
Kupfer (per) . . . . .	$\text{Cu O}$	39,7	20,2	—
Nickel (per) . . . . .	$\text{Ni}^{\frac{2}{3}}\text{O}$	27,7	20,3	—
Kupfer (pro) . . . . .	$\text{Cu}^2\text{O}$	71,4	21	—
Quecksilber (pro) . . . . .	$\text{Hg}^2\text{O}$	208	21,1	—
Antimon (per) . . . . .	$\text{Sb}^{\frac{1}{5}}\text{O}$	32	22,9	—
Wismut . . . . .	$\text{Bi}^{\frac{1}{3}}\text{O}$	78	23	—
Thallium . . . . .	$\text{Tl O}$	212	21,5	20
Kobalt (per) . . . . .	$\text{Co}^{\frac{2}{3}}\text{O}$	27,7	25,1	—
Blei . . . . .	$\text{Pb O}$	111,5	25,5	—
Antimon (pro) . . . . .	$\text{Sb}^{\frac{1}{3}}\text{O}$	48	27,9	—
Mangan (per) . . . . .	$\text{Mn}^{\frac{1}{2}}\text{O}$	21,8	29	—
Antimon (hyp) . . . . .	$\text{Sb}^{\frac{1}{4}}\text{O}$	38	31,1	—
Nickel (pro) . . . . .	$\text{Ni O}$	37,5	30,7	—
Eisen (per) . . . . .	$\text{Fe}^{\frac{2}{3}}\text{O}$	26,7	31,9	—
Kobalt (pro) . . . . .	$\text{Co O}$	37,5	32	—
Kadmium . . . . .	$\text{Cd O}$	64	33,2	—
Eisen(magnet) . . . . .	$\text{Fe}^{\frac{2}{3}}\text{O}$	29	33,4	—
Zinn (per) . . . . .	$\text{Sn}^{\frac{1}{2}}\text{O}$	37,5	34	—
Zinn (pro) . . . . .	$\text{Sn O}$	67	34,9	—
Eisen (pro) . . . . .	$\text{Fe O}$	36	34,5	—
Hydrogen . . . . .	$\text{H O}$	9	35,2	34,5
Zink . . . . .	$\text{Zn O}$	40,5	43,2	—
Mangan (pro) . . . . .	$\text{Mn O}$	35,6	47,4	—
Kalium . . . . .	$\text{K O}$	47,1	48,6	82,3
Kohlenstoff (per) . . . . .	$\text{C}^{\frac{1}{2}}\text{O}$	11	50	49,8
Natrium . . . . .	$\text{Na O}$	30	50,1	77,6
Silicium . . . . .	$\text{Si}^{\frac{1}{2}}\text{O}$	15	54,8	51,9
Aluminium . . . . .	$\text{Al}^{\frac{2}{3}}\text{O}$	17,1	65,3	—
Strontium . . . . .	$\text{Sr O}$	51,8	65,7	79,1
Baryum . . . . .	$\text{Ba O}$	76,5	x	x + 14
Calcium . . . . .	$\text{Ca O}$	28	66	75
Magnesium . . . . .	$\text{Mg O, Ho}$	29	74,9	—
Lithium . . . . .	$\text{Li O}$	15	70	83,3

3) Um das Gesetz der an jedem Pol ausgeschiedenen Elemente für eine Elektrizitätsmenge  $q$  ( $J_1 O_1$ ) zu berechnen, multipliziert man das elektrochemische Aequivalent der am positiven Pol sich befindlichen Körper mit der Anzahl der Coulomb, welche das Elektrolyt durchfließen.

$$\text{(Positiver Pol) } p = \varepsilon q \times (J_1 O_1)$$

Für die am negativen Pol befindlichen Elemente wendet man dasselbe Produkt an, indem man es durch den Koeffizienten bestimmt, mit dem diese Elemente in die elektrolytische Formel eintreten. Es geschieht dies ebenso wie bei dem Ausdruck der Aluminiummenge, welche aus der Chlorürelektrolyse sich ergibt und derselben Elektrizitätsmenge ( $J_1 O_1$ ) entspricht.

$$\text{(Negativer Pol) } p_1 = \varepsilon q \times (J_1 O_1) \times \frac{2}{3}$$

2. Gesetz der elektromotorischen Minimalkraft, d. h. der kleinsten E. M. K., welche ein gegebenes Elektrolyt zu zersetzen fähig ist.

»Die elektromotorische Minimalkraft ist proportional der Wärmebildung der elektrolytischen Moleküle, unter der Voraussetzung, dass das elektromotiv negative Element in die chemische Formel mit einem einzigen Aequivalent eingesetzt wird.«

Nimmt man das Gramm als Einheit des Molekulargewichts, so kann man schreiben:

$$E = 0,04355 C \quad (3)$$

E ist die geringste E. M. K. in Volt.

C ist die Wärmebildung der elektrolytischen Moleküle in grossen Wärmeinheiten.

0,04355 ist der Koeffizient der Proportionalität, abgeleitet von elektrischen, kalorischen und später angenommenen mechanischen Grössen.

Die Gleichung (3) lässt sich ausdrücken:

$$C = 22,66 E$$

3. Gesetz von Sprague. Dieses ist am häufigsten bei der Elektrometallurgie anzuwenden, wenn das Elektrolyt aus einer Mischung verschiedener Verbindungen besteht.

»Die Reihenfolge der Niederschläge ist durch Wärmebildung dieser Elektrolyte bestimmt; dies sind die Elektrolyte, deren Wärmebildung am geringsten ist, und welche die ersteren zersetzt haben.«

#### Allgemeine Beobachtungen.

1) Die Anwendung dieser Gesetze ist nicht immer einfach; sie konnten bisher nur bei Verbindungen von Säuren, Basen und Salzen benutzt werden.

Selbst bei elektrolytisch herzustellenden Verbindungen ist es nötig, gewisse Leitungsvorschriften für die Anode und Kathode zu beobachten; bei der Hydratbildung, sobald man auf nassem Wege operiert; bei der Flüssigkeit und Temperatur, wenn die Elektrolyse durch feurige Schmelzung erfolgt, ohne welche ein regelrechter Fluss schwierig ist. Das Aufnahmevermögen der Wanne, die Elektrolytmenge und die Oberfläche der Elektroden spielen eine wichtige Rolle; alle diese Massen müssen einen Wert im Verhältnis der angewandten Elektrizitätsmenge haben, da sich diese mit der Natur der Elektrolyse ändert.

Die Zusammensetzung des Bades ist nicht gleichgültig; sie muss so beschaffen sein, dass die ausgeschiedenen Elemente auf die im Elektrolyt enthaltene Mischung nicht einwirken.

2) Aus der Tabelle über die Wärmebildung der Chlorüre kann man sich ungefähr von der möglichen Verwendung der Elektrometallurgie eine Vorstellung machen.

Wir haben die metallischen Chlorverbindungen aus dem einfachen Grunde als Vergleichungsgrenze genommen, weil diese Salzarten bis jetzt, vom Wärmegesichtspunkt aus betrachtet, am meisten untersucht worden sind.

In der Praxis ziehen wir ihnen die Fluorverbindungen vor, da sie weniger flüchtig sind, und uns die ätzenden Eigenschaften durch besondere Einrichtung der Gefäße zu vernichten ermöglichten.

Man sieht aus beiden Tabellen, dass die Formeln mit einem einzigen Aequivalent des elektronegativen Sauerstoff- oder Chloremlements hergestellt sind. Dies geschieht, um die Wärmekonstanten mit ihnen zu vergleichen.

3) Die elektrometallurgischen Anwendungen sind bis jetzt wenig verbreitet. Wir erwähnen hier die bereits benutzten Verfahren:

Auf trockenem Wege: Kalium, Zersetzung der Pottasche. Natrium, Zersetzung der Soda. Ammonium, im Amalganzustand, Zersetzung der Ammoniumchlorüre, die Kathode wird durch Quecksilber gebildet. Baryum, Strontium, Calcium im Amalganzustande. Magnesium; Elektrolyse des wasserfreien Chlorür. Aluminium; Elektrolyse der Chlorüre, Fluorüre und Oxyde. Zersetzung des Aluminiums durch die Wirkung des Voltaschen Lichtbogens und die des Eisens und Kupfers (Verbindungsbildung).

Auf feuchtem Wege: Kupfer, Reinigung des gewonnenen schwarzen Kupfers durch Elektrolyse der Rohsteine oder der Sulfate dieses Metalles.

4) Wir können in einem einzigen Aufsatz nicht alle industriellen Anwendungen der Elektrometallurgie erwähnen.

Das Ausscheiden des Aluminiums durch Elektrolyse wurde bereits durch ein bekanntes Verfahren versucht. Untersucht man die in der Tabelle enthaltenen Konstanten der Wärmebildung der Chlorüre, so kann man die in diesem Sinne sich ergebenden Fortschritte voraussehen. Will man thatsächlich Aluminium ökonomisch herstellen, so ist der Energieverbrauch in den Bädern 17,5 HP. Stunden, um 1 kg dieses Metalles zu erhalten; Nickel verlangt nur 3,65 HP. Stunden, Quecksilber 0,83 HP. Stunden, das Palladium und Wismut ungefähr 1,20 HP. Stunden, Thallium 0,48 HP. Stunden zur Produktion von 1 kg dieser verschiedenen Metalle.

Unsere Liste ist natürlich sehr unvollständig, da unsere Versuche sehr beschränkt waren.

Was sollen wir nun in weniger günstigen Fällen von den Vorteilen der elektrometallurgischen im Vergleich zur metallurgischen Behandlung sagen?

Ein Beispiel aus der elektrischen Beleuchtung zeigt uns, dass man sehr vorsichtig sein muss, wenn man diese beiden Verfahren der Ausscheidung der Metalle vergleichen will, um nicht ein übertriebenes Urteil über ihre Oekonomie abzugeben.

Alle Elektrotechniker wissen, dass es vom Standpunkt des Beleuchtungsertrages vorteilhafter ist, Gasmotoren zum Betriebe von Dynamos und zur Erzeugung von Glüh- und Bogenlicht anzuwenden, als das benutzte Gas selbst zu brennen.

Ebenso dürfte es mit der Elektrometallurgie sein, und wird man bei Benutzung der Naturkräfte finden, dass die Anwendung der Elektrizität zum Zersetzen von Körpern, zur Bildung von Verbindungen, zum Schmelzen von Metallen weit vorteilhafter als die direkte Verwendung der Wärme ist, die sich aus der Verbrennung der Kohle oder jedes andern Reduktionselements ergibt.

## Der elektrische Strassenbahnbetrieb.

Vortrag von J. L. Huber aus Hamburg vor dem technischen und elektrotechnischen Verein zu Frankfurt a. M. (Schluss.)

Die Frage des Kraftbedarfes ist bei einem automobilen Betrieb, also mit Akkumulatoren, noch wichtiger, als bei einem Betriebe mit direkter Stromzuführung, denn nicht nur soll der Motor die Kraft leisten, sondern die Akkumulatoren sollen die hierzu erforderliche Energie auch ausgeben. Ist der Motor zu schwach für die erforderliche Maximalleistung, so wird er, da er alsdann langsamer läuft, von einer zu grossen Strommenge durchflossen, sich erwärmen und möglicherweise verbrennen; bei Verwendung von Akkumulatoren wird denselben alsdann nicht nur die zur Erzeugung der Kraft erforderliche Energie, sondern auch die, die in Wärme umgesetzt wird, entnommen und werden dieselben demgemäss mit einer zu grossen Stromstärke entladen, also überanstrengt. Hieraus ergibt sich, wie wichtig es für den Betrieb mit Akkumulatoren ist, den erforderlichen Kraftbedarf zu kennen, und war es daher meine erste Aufgabe, denselben von Beginn meiner Versuche an und durch ununterbrochene Beobachtungen bis zum Schluss derselben festzustellen.

Um einen vollständig sicheren, den praktischen Anforderungen entsprechenden Anhalt zu gewinnen, liess ich Tag für Tag aufnehmen, wie viel Watt-Stunden, also wie viel Energie in jede Batterie geladen werden musste, um sie, nach Zurücklegung einer bestimmten, in Kilometer ausgedrückten Fahrlänge wieder vollständig aufzuladen, also den für besagte Fahrlänge gehalten Verbrauch zu ersetzen.

Das Resultat dieser Beobachtungen war, dass im Mittel 78 Watt-Stunden erforderlich waren, um auf der befahrenen Strecke, die sehr wellenförmig ist, Steigungen bis zu 32%, und viele Kurven enthält, 1000 kg Wagengewicht 1 km weit zu befördern; ferner, dass der Minimalverbrauch für einen durchfahrenen Wagen-Kilometer mit nur einem Wagen von 7 Tonnen Gewicht 280 Watt-Stunden, also 40 Watt-Stunden pro 1 Tonnen-Kilometer betrug, und der Maximalverbrauch 890 Watt-Stunden für 1 Wagen-Kilometer, so dass, da an dem Tage beide Wagen fuhren und das mittlere Gewicht für einen Wagen sich auf 7620 kg stellte, auf 1 Tonnen-Kilometer 117 Watt-Stunden kommen.

Frühere Untersuchungen, die ich während der nächtlichen Probefahrten mit belastetem Wagen, so dass sein Gewicht 7000 kg betrug, angestellt hatte, haben ergeben, dass in der Ebene und auf gerader Strecke 187,5 Watt-Stunden pro 1 Wagen-, also 26,8 Watt-Stunden pro 1 Tonnen-Kilometer erforderlich waren, dagegen auf langen und Kurven enthaltene Steigungen von 20% im Mittel 867,5 Watt-Stunden pro 1 Wagen- gleich 124 Watt-Stunden pro 1 Tonnen-Kilometer. Der mittlere Verbrauch für die gesamte durchfahrene Strecke

stellte sich für die Rundfahrt, auf die sich vorstehende Angaben beziehen, auf 42,14 Watt-Stunden für 1 Tonnen-Kilometer. Berücksichtigen wir ferner, dass in der Ebene die Stromstärke zwischen 17½ bis 20 Amp.  $\times$  96 Volt Spannung schwankte, so ergeben sich 18,75 Amp., also 1800 Watt, bei einer Fahrgeschwindigkeit von 3 m per Sekunde; auf den Hauptsteigungen betrug der Stromverbrauch dagegen bis 54 Amp. bei 192 Volt, der Energieverbrauch also circa 10400 Watt.

Zur Berechnung der für Strassenbahnwagen erforderlichen Zugkraft „Z“ in Kilogrammen ist von Julien die Formel aufgestellt:

$$Z = p(10 + s)v$$

worin „p“ das Wagengewicht in Tonnen à 1000 kg, „s“ die Steigung in Millimeter per laufenden Meter und „v“ die Fahrgeschwindigkeit in Metern pro Sekunde bedeutet.

Eine ganz ähnliche Formel ist von Robert W. Blackwell, dem Betriebsleiter der Bentley-Knight Co. aufgestellt, nämlich:

$$Z = p(7,5 + s)v$$

Die von Blackwell angegebene Zugkraft von 7,5 kg pro 1 Tonne Wagengewicht ist für Strassenbahnen zu schwach, und selbst mit den von Julien angegebenen 10 kg in der Ebene kann man nur auf ganz geraden und gut gelegten Strecken auskommen. Ferner ist zu berücksichtigen, dass für das im praktischen Betriebe stets vorkommende Anhalten und Wiederanfahren, für das Befahren der in der Strecke liegenden Kurven und Weichen, sowie für schmutzige Schienen etc., Faktoren, die sich nicht berechnen lassen, ein Erfahrungskoeffizient „k“, den ich zu 1,5 bestimmt habe, in die Formel eingesetzt werden muss, sowie ferner, um die Zugkraft in Watt statt in Kilogrammen zu erhalten, „g“ = 9,81, so dass die Formel alsdann lautet:

$$Z = kpv(10 + s)g = 1,5pv(10 + s)9,81$$

Nach dieser Formel berechnet ergeben sich z. B. für die von mir befahrene Strecke Hamburg (Rathausmarkt) nach Barmbeck für den Tonnen-Kilometer im Mittel 45 Watt-Stunden

oder  $\frac{45}{9,81} = 4,6$  kgm Stunden, die auf die

Radachse zu übertragen sind, so dass also bei 80% Nutzeffekt des Motors demselben 56 Watt-Stunden aus den Akkumulatoren zuzuführen sind, und da dieselben im Strassenbahnbetriebe meiner Erfahrung gemäss 80% Nutzeffekt ausgeben, so sind dieselben mit 70 Watt-Stunden für jeden zu durchfahrenden Tonnen-Kilometer zu laden.

Da der vorstehend berechnete Wert von 70 Watt-Stunden mit den Resultaten meiner Versuche, die im Mittel 78 Watt-Stunden ergaben, gut übereinstimmt, so ist die Verwend-

barkeit der vorstehend von mir aufgestellten Formel für die Praxis nachgewiesen und zwar, um nach derselben die Grösse des zu verwendenden Motors und der Akkumulatoren zu berechnen. Hier ist zu berücksichtigen, dass die von mir verwendeten Motoren von 5 und 7 PS normaler Leistung bei weitem zu schwach waren und demgemäss statt 80% keinesfalls mehr als 65 bis 70% mittleren Nutzeffekt ausgeben und nur bei gutem Witterungsverhältnis günstiger gearbeitet haben; es ist daher auch nicht nötig, die von mir zu 1,5 angenommene Konstante in der Julienschen Formel höher anzusetzen.

Ein 14 sitziger automobiler Strassenbahnwagen zur Beförderung von 30 Personen (inkl. Stehplätze) wiegt fertig im Dienst und vollbesetzt ca. 6500 kg, derselbe gebraucht demnach als mittlere Zugkraft bei einer Fahrgeschwindigkeit von 16 km pro Stunde = 4,444 m pro Sekunde in der Ebene:

$1,5 \times 6,5 \times 4,444 \times 10 \times 9,81 = 4250$  Watt und da die in einem solchen Wagen unterzubringende Akkumulatoren-Batterie 96 Zellen enthält, so ist die vorhandene Arbeitsspannung 192 Volt und demgemäss theoretisch eine Stromstärke von 22 Amp. erforderlich; es sind jedoch, je nach dem Nutzeffekt des Motors (80 bis 90%), den Akkumulatoren 25 bis 28 Amp. zu entnehmen.

Bei der angenommenen zulässigen Maximalgeschwindigkeit sind auf ebener Strecke, also im Mittel, 5,8 PS erforderlich, die sich unter günstigen Verhältnissen bis auf 4 PS vermindern und im ungünstigsten Falle bis auf 10 PS erhöhen können, so dass für einen solchen Wagen ein 10 PS Motor vorzusehen ist; im letzteren Falle haben die Akkumulatoren 8200 Watt, also bei 192 Volt 43 Amp. auszugeben.

Nehmen wir an, dass auf der zu befahrenden Strecke Maximalsteigungen von 30‰ vorkommen, so würden auf derselben für je einen Meter Geschwindigkeit erforderlich sein:

$1,5 \times 6,5 \times 1 (10 + 30) 9,81 = 3826$  Watt, so dass also, wenn 10 PS = 7360 Watt nicht überschritten werden sollen, dieselben mit 1,9 m pro Sekunde oder 6,8 km Fahrgeschwindigkeit pro Stunde befahren werden kann.

Aus dieser Rechnung ergibt sich, dass es erforderlich ist, wenn man die motorische Kraft des Wagens und besonders die Akkumulatoren nicht überanstrengen will, solche Einrichtungen zu treffen, die gestatten, unter voller Kraftleistung, also bei voller Tourenzahl des Motors, auf starken Steigungen langsamer zu fahren.

Es verdient hier bemerkt zu werden, dass, wie bereits erwähnt, fast jeder elektrische Strassenbahnwagen der Thomson-Houston Co. mit 2 Motoren ausgerüstet ist und zwar, je nach Grösse des Wagens und der vorkommenden Steigungen, zu je 10 oder 15 PS, so dass der einzelne Wagen eine motorische Kraft von 20 oder 30 PS enthält; diese Anordnung ist getroffen, da es bisher an einer geeigneten Kuppelung fehlte, um, bei normal bleibender

Tourenzahl des Motors, auf starken Steigungen langsamer fahren zu können, d. h. auf einfache und sichere Weise das Uebersetzungs-Verhältnis zwischen Motor und Radachse, je nach Bedarf und augenblicklich ändern zu können; jeder Wagen enthält daher Motoren von der doppelten Kraft, wie er unter normalen Verhältnissen bedarf, so dass diesen sogenannten Motorenwagen, um ihre Kraft und demgemäss ihren Beschaffungspreis auszunutzen, unter normalen, mittleren Verhältnissen stets ein zweiter gewöhnlicher Strassenbahnwagen angehängt wird, der aber nicht befördert werden kann, wenn infolge sehr ungünstiger Witterung die volle Kraft für den besetzten Motorenwagen allein erforderlich ist. Berücksichtigt man, dass die volle Kraft des Motorwagens nur auf den ungünstigsten Teilen der zu befahrenden Strecke erforderlich ist und auch dort nur für den einzelnen Wagen bei ungünstigsten Witterungsverhältnissen, dagegen auf den übrigen Teilen auch dann nur teilweise ausgenutzt wird, so ersieht man, wie wichtig es ist, Einrichtungen zu treffen, die gestatten, unter den bes. ungünstigsten Verhältnissen langsamer zu fahren, welcher Zeitverlust auf ebener Strecke und auf Gefällen leicht wieder einzuholen ist.

Nachdem die von mir in Hamburg angestellten Versuche ergeben hatten, dass die motorischen Anordnungen in meinen Wagen für die hiesigen durch das Klima bedingenen Verhältnisse zu schwach waren und ich durch die täglichen Beobachtungen den Energieverbrauch, der unter den verschiedenen Witterungsverhältnissen erforderlich ist, kennen gelernt hatte, stellte ich am 25. Dez. 1886 den Betrieb ein.

Die Resultate meiner Versuche veranlassten mich, nach zwei Richtungen hin Verbesserungen zu erstreben, nämlich:

- 1) Die Leistungsfähigkeit der Akkumulatoren im Verhältnis zu ihrem Gewichte zu erhöhen, und
- 2) eine Kuppelung zu finden, die auf einfache und sichere Weise es dem Fuhrmanne gestattet, die Geschwindigkeit des Wagens, bei normal bleibender Geschwindigkeit des Motors, den Verhältnissen der Strecke anzupassen.

Die erste Bedingung, die Leistungsfähigkeit der Akkumulatoren zu erhöhen, erreichte ich durch die mir in den meisten Industriestaaten patentierte Perforierung der aktiven Masse in den Platten, durch welche ich die Kapazität von 9 Amp.-Stunden pro 1 kg Platten auf über 15 Amp.-Stunden erhöht habe. Die so erhöhte Aufnahmefähigkeit der Batterie beträgt z. B. für einen Strassenbahnwagen mit 14 Sitzplätzen im Innern (sogenannte Einspanner) 40%, d. h. während die dienstfertige Batterie früher 1200 kg wog und 17280 Watt-Stunden ausgeben konnte, wiegt sie jetzt nur 1100 kg und kann 24200 Watt-Stunden ausgeben und selbst mehr, wie die verschiedenen von unparteiischen Sachverständigen (z. B. Prof. Dufour in Lausanne) vorgenommenen Untersuchungen von seit längerer

Zeit im Eisenbahnbetriebe verwendeten Zellen ergeben haben; ein solcher Wagen kann demgemäss, während er früher mit je einer Ladung ca. 50 km fuhr, jetzt 70 km bei normaler Witterung fahren.

Die zweite Bedingung, eine Kuppelung zu konstruieren, welche es auf einfache, sichere Weise gestattet, die Fahrgeschwindigkeit des Wagens bei gleichbleibender Umdrehungs-Geschwindigkeit der Motorenachse zu ändern, ist mir ebenfalls gelungen und werde ich nun meine Bemühungen, für den Betrieb von Strassenbahnen die Pferde durch Elektrizität zu ersetzen, wieder aufnehmen.

Berücksichtigen wir die Fortschritte, die seit meinen Versuchen im Jahre 1886 gemacht sind, dass nämlich die Leistungsfähigkeit und zweckentsprechende Anordnung der Motoren zu einer damals ungekannten Vollkommenheit gebracht sind, dass ferner die Leistungsfähigkeit der Akkumulatoren im Verhältnis zu ihrem Gewicht um ca. 50% erhöht ist und wir eine Kuppelung besitzen, die uns gestattet, bei gleichbleibender Geschwindigkeit des Motors die Fahrgeschwindigkeit des Wagens nach Bedarf zu ändern, so glaube ich behaupten zu dürfen, dass der praktischen Verwendung von Akkumulatoren für den Strassenbahnbetrieb nichts mehr im Wege steht.

Bei dem heutigen Stande der Verwendung der Elektrizität für motorische Zwecke, und speziell zur Bewegung von Strassenbahn-Fahrzeugen, dürfte noch folgendes von allgemeinerem Interesse sein.

Am 10. April 1852 ward Herrn E. Gournelle, und zwar vom 7. Februar 1852 an, das französische Patent No. 7728 auf verbesserte Sekundärbatterien und deren Verwendung zum Betriebe von Wagen erteilt; es ist dieses, soweit mir bekannt, das erste Patent für die Aufspeicherung elektrischer Energie und Verwendung derselben zum Betriebe von Fahrzeugen. Interessant ist es, dass in der Beschreibung, sowie in den zugehörigen Zeichnungen und in den Patentansprüchen die Anbringung des elektrischen Motors in gleicher Weise angegeben ist, wie sie jetzt sowohl von der Thomson-Houston Co., Sprague und anderen angewendet wird, nämlich, dass das eine Ende des Motors auf der Radachse lagert, auf welche die Umdrehungen des Ankers durch Zahnräder übertragen werden und das andere Ende federnd am Wagengestell aufgehängt ist, und zwar hat

Gournelle seiner Angabe nach diese Anordnung getroffen, um, ohne Stösse auf dem Wagenkasten zu übertragen, einen guten Eingriff der Zahnräder ineinander und demgemäss eine gute Kraftübertragung von dem Motor auf die Radachse zu sichern.

Ein zweites, ebenfalls nur wenigen bekanntes Patent ist das D. R. P. No. 18901, welches, vom 24. Juli 1881 datiert, an A. Erich in Berlin erteilt ist. Erich verwendet eine besondere, isoliert gelagerte Speiseleitung, um den Schienen, und durch diese dem Motor des Wagens, den Strom zuzuführen und zwar, wie er in Anspruch 1) sagt, zu dem Zwecke, die durch die Leitung des Stromes in den Laufschiene bedingten Unzuträglichkeiten zu umgehen. Diese von den Laufschiene getrennte Stromzuführung, so dass die Schienen in von einander getrennten Stücken oder Strecken verlegt werden können und nur in entsprechenden Abständen mit der Speiseleitung verbunden sind, hat sich, wie Erich dieses bereits 1881 voraussah, als von grosser Bedeutung erwiesen, denn dadurch ist, wie bereits früher erwähnt, die Unabhängigkeit der Laufschiene von der Stromzuführung erreicht, so dass Störungen, die an ersteren vorkommen, nur die betreffende Strecke, aber nicht das gesamte Bahnnetz beeinflussen können.

Nehmen wir zu der von Gournelle angegebenen Anbringung des Motors und der Erichschen Speiseleitung noch die Van Depoelsche Anordnung der Unterlaufung der Bahnleitung mittels einer Kontaktrolle, so haben wir die charakteristischen Merkmale der heutigen elektrischen Strassenbahnen mit oberirdischer Stromzuführung, denen wir noch die Van Depoelschen Kohlenkontakte, durch die die Siemenschen Metallbürsten ersetzt sind, hinzufügen müssen; dieselben sind für den Strassenbahnbetrieb von hervorragender Bedeutung, denn da sie keinen Grad ansetzen und stets sanft auf dem Kommutator ruhen, so findet keine schädliche Funkenbildung bei Aenderung der Umdrehungsrichtung statt, und wird die Abnutzung des Kommutators auf das geringste Mass beschränkt.

Ich schliesse, indem ich die Hoffnung ausspreche, dass der durch die Energie der Amerikaner lebensfähig gewordene elektrische Strassenbahnbetrieb auch bald bei uns in Deutschland heimisch werden möge.

## Ueber den Wirkungsgrad galvanischer Batterien.

Francis Crocker hielt vor dem American Institute of Electrical Engineers einen Vortrag über den Wirkungsgrad galvanischer Elemente, der Neues und so viel des Interessanten für die Praxis enthält, dass er in seinen wesentlichsten Punkten trotz des engen Rahmens, der den Referenten in diesem Buche bemessen ist, an dieser Stelle eine Wiedergabe finden muss. F. Crocker behandelte den Gegenstand von rein

elektrochemischem Gesichtspunkt aus und glaubte in Einleitung seines Vortrages \*) hervorheben zu sollen, dass gerade die elektrochemische Seite dieser Frage selbst in beruflichen Kreisen bis jetzt nicht immer die gebührende Beachtung erfahren hat.

\*) The Electrical World, Vol. XI Nro. 21, 1888, pag. 271—273.



Bei der Kombination verschiedener Materialien zur Herstellung galvanischer Elemente spielt die elektromotorische Kraft, welche bei der Umsetzung der Substanzen entsteht, die wichtigste Rolle. In den Fällen, in welchen man die elektromotorische Kraft mangels Instrumente nicht auf dem sichersten Weg des Experiments durch Voltmeter oder Elektrometer feststellen kann, ist eine Vorherbestimmung derselben durch Rechnung sehr erwünscht. Die Formel für die Berechnung der elektromotorischen Kraft wird durch die Annahme erhalten, dass die elektrische Energie der gegebenen chemischen Verbindung gleich ist der Wärmeenergie, welche die Verbindung zu entwickeln vermag, nach der Formel  $EC = 4,16 CaH$ , das heisst die Zahl der Volt multipliziert mit der Zahl der Coulomb ist gleich 4,16 mal dem Produkt aus Coulomb, mal dem elektrochemischen Aequivalent und der Wärmemenge, welche durch ein Gramm des Materials entwickelt wird. Wird C auf beiden Seiten der Gleichung weggelassen, so erhält man  $E = 4,16 aH$ , worin E die elektromotorische Kraft in Volt, a das elektrochemische Aequivalent (Gramm per Coulomb) und 4 die Zahl der Wärme-Einheiten (Gramm-Zentigrade) ist, welche durch jedes Gramm des Materials bei der chemischen Verbindung erzeugt wird. Die Werte von a und H sind für die meisten Materialien in den Lehrbüchern der Thermochemie zu finden. F. Crocker gab dieser Gleichung eine einfachere Form, die er erhielt durch die Annahme, dass  $E = 1$  und für a der Wert von Wasserstoff (0,0001035) eingesetzt wird. Der Wert für H berechnet sich dann aus der Gleichung zu 23300, was soviel bedeutet, dass 23300 die Zahl der Wärme-Einheiten für das einem Volt entsprechende Aequivalent ist. Um nun die elektromotorische Kraft einer gegebenen chemischen Verbindung zu bestimmen, hat man nur die Zahl der Wärme-Einheiten für ein Aequivalent dieser Verbindung durch 23300 zu dividieren; der erhaltene Quotient ergibt die elektromotorische Kraft in Volt. Will man z. B. die elektromotorische Kraft in Volt erhalten, welche Zink und freies Chlor entwickeln werden, so wird die Zahl 48600, nach Thomson die Zahl der Wärme-Einheiten, die bei der Verbindung von 1 Aequivalent Zink mit 1 Aequivalent Chlor entwickelt wird, durch 23300 dividiert. Das erhaltene Resultat 2,09 Volt stimmt mit dem durch Experiment eruierten Wert 2,11 Volt nahezu überein. Bei dieser Methode der Berechnung darf nicht übersehen werden, dass nur die Verbindungswärme des Aequivalents des betreffenden Materials und nicht die des Atoms in Rechnung gezogen werden darf, weil letztere nicht in allen Fällen mit der des Aequivalents übereinstimmt. In dem Falle von Zink z. B. ist die Verbindungswärme des Atoms (65 gr) 97200, die des Aequivalents  $\frac{97200}{2}$ , weil Zink ein zweiwertiges Metall ist.

Der Verfasser hat experimentell die elektromotorische Kraft von 13 der wichtigsten Metalle bei deren Verbindung mit Chlor, Brom und Jod bestimmt und die Resultate mit den nach obiger Methode berechneten in Tabellen zusammengestellt, aus denen zu ersehen ist, dass in beiden Fällen nahezu übereinstimmende Ergebnisse erhalten wurden. Die zu den Versuchen verwandten Metalle waren alle mit Ausnahme von Aluminium und Magnesium chemisch rein. Als negative Elektroden wurden dabei reine Kohlenplatten oder Platin benützt. Aus den Tabellen ergibt sich weiter auch die Thatsache, dass die elektromotorische Kraft ein und desselben Metalles bei der Verbindung desselben mit Chlor, Brom und Jod in ihrem Wert keine nennenswerten Veränderungen aufweist.

In nachstehender Tafel sind in gedrängter Uebersicht die hauptsächlichsten Daten in Bezug auf Batterien zusammengestellt, in welchen Zink als elektropositives Material mit den wichtigsten elektronegativen oder depolarisierenden Materialien verwandt ist.

Zur besseren Uebersicht ist die Tafel in zwei Teile geteilt; der linke enthält die rein wissenschaftlichen, der rechte die praktischen Daten. In der ersten Kolonne des ersten Teils sind die chemischen Symbole angegeben, die auf eine gemeinsame Grundlage bezogen und daher einander äquivalent sind. So entspricht z. H.  $\frac{1}{2}$  Atom Zink (Zn) einem Atom Chlor (Cl),  $\frac{1}{2}$  Atom Sauerstoff (O),  $\frac{1}{3}$  Molekül Chromsäure,  $\frac{1}{3}$  (Cr, O<sub>3</sub>) oder  $\frac{1}{6}$  eines Moleküls Kaliumbichromat und 7 Moleküle Schwefelsäure. Die zweite Kolonne enthält die Angabe der Gewichtsverhältnisse, nach welchen sich die verschiedenen Materialien miteinander verbinden. So verbinden sich beispielsweise 32,5 gr Zn (1 gr H als Einheit angenommen) mit 35,5 gr Chlor und 33,4 gr Chromsäure. Die dritte Kolonne zeigt die Milligramm per Coulomb oder die elektrochemischen Aequivalente, welche den chemischen Verbindungsgewichten der vorhergehenden Kolonnen proportional sind. Durch Multiplikation mit 36 erhält man daraus die Gramm per Ampère-Stunden. In der ersten Reihe des zweiten Teils sind die entwickelten elektromotorischen Kräfte eingetragen. Für Sauerstoff, Schwefel und Wasser ist die elektromotorische Kraft nicht wie bei den übrigen experimentell, sondern auf bekannte Weise rechnerisch festgestellt worden. Das Uebrige ist aus den Ueberschriften der einzelnen Rubriken zu erkennen. Für die letzte Kolonne ist nur noch erläuternd anzuführen, dass auf den Wert der nutzbaren Rückstände keine Rücksicht genommen ist.

Die interessantesten Punkte der Tafel sind die Angaben über das zur Entwicklung einer Pferdekraft nötige Materialgewicht der galvanischen Elemente. So würden beispielsweise 0,95 Pfund (1 Pfund = 0,4536 kg) Zink und 1,04 Pfund Chlor, welche nahezu 2 Pfund Materialgewicht, eine Stromleistung von 1 Pferde-

1 Pfund = 0,4536 kg. \$ = 1,02 M.

Symbole	Chemische Äquivalente	Elektrochemisches Äquivalent	Name des Materials		Entwickelte elektromotorische Kraft	Gewicht des verbrauchten Zinks per Pfundkraft-Stunde	Gewicht des verbrauchten Depolarisators per Pfundkraft-Stunde	Gewicht des verbrauchten Materials in jeder Zelle per Ampère-Stunde	Materialkosten im Grosshandel	Totalkosten der beiden negativen und positiven Materialien pr. Pfundkraft-Stunde
			Verhältnisse, in welchen die Materialien verbinden	Materialgew. per Ampère-Sekunde						
	H = 1	mngpr per Coulomb	<b>Name des Materials</b>		Volt	Pfund	Pfund	Pfund	pr. Pfund	
$\frac{1}{2}$ Zn	32,5	0,337	Metallisches Zink angewandt mit folgenden elektronegativen oder depolarisierenden Elementen . . . . .		—	—	—	—	—	—
J	127	1,314	freies Jod . . . . .		1,2	6,53	0,0027	\$ 07	—	—
Br	80	0,828	freies Brom . . . . .		1,79	2,76	0,0105	3,50	0,20	0,20
Cl	35,5	0,367	freies Chlor . . . . .		2,11	1,04	0,0066	0,38	0,28	0,28
$\frac{1}{2}$ O	8	0,083	freier Sauerstoff . . . . .		1,9	0,26	0,0029	—	—	—
$\frac{1}{2}$ S	16	0,166	freier Schwefel . . . . .		0,95	1,03	0,0066	—	—	0,17
$\frac{1}{2}$ H <sub>2</sub> O	9	0,093	<b>Chemische Verbindungen</b>		0,5	1,1	0,00074	—	—	—
H N O <sub>3</sub>	63	0,652	Wasser . . . . .		1,9	2,04	0,0052	0,06	0,06	0,20
$\frac{1}{3}$ Cr O <sub>3</sub>	33,4	0,346	Salpetersäure . . . . .		2	1,03	0,0027	0,20	0,20	0,28
$\frac{1}{2}$ Cr O <sub>3</sub>	79,7	0,826	Chromsäure . . . . .		1,079	4,55	0,0065	—	—	—
$\frac{1}{2}$ Cu S O <sub>4</sub> · 5 H <sub>2</sub> O	124,7	1,29	Kupfersulfat (Anhydrid) . . . . .		1,86	7,13	0,0102	0,06	0,06	0,56
$\frac{1}{2}$ Fe <sub>2</sub> Cl <sub>3</sub>	162,5	1,683	Kupfersulfat, kristallisiert . . . . .		1,079	6,5	0,0133	0,10	0,10	0,74
Ag Cl	143,5	1,487	Eisenchlorid . . . . .		1,55	8,31	0,0118	16,00	16,00	133,25
$\frac{1}{2}$ Hg <sub>2</sub> S O <sub>4</sub>	248	2,57	Chlorsilber . . . . .		1,06	10,7	0,0204	0,50	0,50	5,45
			Quecksilbersulfat (Mercuris)		1,42				Mischung pr. Pfund	
	163,5	1,694	<b>Mischungen.</b>		2	5,03	0,0133	0,04	0,27	0,27
$\frac{1}{6}$ { K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> } $\frac{1}{3}$ { 7 H <sub>2</sub> S O <sub>4</sub> }			{ Kaliumbichromat (3 T.), Schwefelsäure (7 T.) }		1	7,04	0,0186	0,05	0,42	0,42
$\frac{1}{3}$ { K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> } $\frac{1}{3}$ { 4 H <sub>2</sub> S O <sub>4</sub> }	229	2,37	{ Kaliumbichromat (3 T.), Schwefelsäure (4 T.) }		1					

kraft-Stunde geben, wenn alle chemische Energie in elektrische Energie umgewandelt werden könnte. Dies führt notwendigerweise zu der für die Praxis wichtigen Frage, wie viel Prozente der chemischen Energie ausgenützt werden können, oder in andern Worten, wie gross der Wirkungsgrad der chemischen Elektrizitätserzeuger ist. F. Crocker fand, dass dieser Wirkungsgrad grösser ist, als er gewöhnlich angenommen wird. Er hat zu wiederholten Malen das Gewicht des verbrauchten Zinks mit der theoretischen Menge verglichen und gefunden, dass selbst in einer Tauchbatterie, wo sich Zink direkt in Berührung mit der Bichromatlösung befindet und die Gelegenheit zu Lokalaktionen im Maximum vorhanden ist, der Wirkungsgrad des Zinks 75 % war und in einem Fall sogar auf 80 % stieg.

Der Wirkungsgrad des Depolarisators ist gewöhnlich geringer als der des Zinks, weil gewöhnlich ein beträchtlicher Teil der chemischen Energie in der Lösung zurückbleibt, nachdem diese für die genügende Wirkung zu schwach geworden ist. Den Wirkungsgrad der Bichromatlösung in der Tauchbatterie hat F. Crocker zu 45 % der gesamten theoretischen Leistung gefunden. Dieser Betrag ist aber sehr niedrig, weil die Lösung in Anbetracht der Berührung mit Zink zu schwach an Säure ist. In einer Kupfersulfatbatterie, wo die Kristalle meist gänzlich aufgebraucht werden, dürfte der Wirkungsgrad 80—90 % betragen.

Der hier entwickelte Wirkungsgrad ist einfach der chemische. Der Potentialabfall, welcher durch das Verhältnis des inneren zum äusseren Widerstand der Batterie entsteht, bildet einen weiteren Verlust, der bei der Bestimmung des Gesamtwirkungsgrades zu dem chemischen Verlust addiert werden muss.

Theoretisch genügen nach dem Vorhergehenden zur Entwicklung einer Pferdekraft-Stunde 2 Pfund Zink und Chlor oder 2 Pfund Zink und Chromsäure, so dass in Wirklichkeit, wenn man den Wirkungsgrad einer Batterie zu 75 % annimmt, 3 Pfund wirksames Materialgewicht

zur Erzeugung einer stündlichen Pferdekraft ausreicht. Aber ungünstigerweise ist das Gewicht des nötigen Lösungswassers, der Gefässe und Elektroden so beträchtlich, dass das Gesamtgewicht in der Praxis viel grösser wird, so dass die mögliche und wirkliche Batterie sehr verschiedene Dinge sind. Wollte man das zur Leistung einer stündlichen Arbeitseinheit nötige Gesamtmaterialgewicht der Elemente vermindern, so hätte man nur Metalle von höherer chemischer Affinität und elektromotorischer Kraft als Zink zu verwenden. So würde nur ein Gesamtgewicht von 1 Pfund Chlor und Magnesium oder 0,8 Pfund metallisches Natrium und freies Chlor (letztere Kombination giebt 4 Volt EMK) zur Entwicklung einer stündlichen Pferdekraft erforderlich sein. F. Crocker glaubt, dass die beste Lösung dieses Problems nicht in der Anwendung wirksamerer Metalle wie Zink zu erstreben ist, sondern dass die Gelegenheit für Verbesserung mehr in der Richtung einer Vervollkommnung der gewöhnlichen Batterieformen liegt. Wenn man an Stelle von Zink, welches in der elektropositiven Reihe so hoch steht, dass es in Gegenwart von Wasser chemisch gerade noch passiv bleibt, ein mehr elektropositives Metall nimmt, so stösst man auf andere Schwierigkeiten in Hinsicht der geeigneten Lösungsmittel. Für Magnesium z. B. würde es wenige Lösungen geben, die nicht gleichzeitig eine starke Lokalwirkung veranlassen, und metallisches Natrium könnte in Gegenwart von Wasser nicht benützt werden. Ein geeigneter Weg, um Metalle von grosser chemischer Energie verwenden zu können, wäre der, Flüssigkeiten ohne Sauerstoffgehalt zu wählen, wenn nicht solche Lösungen im allgemeinen schlechte Leiter wären. Ein anderer Weg bestände in der Benützung feuerflüssiger Elektrolyte, allein derselbe bietet grosse Schwierigkeiten, den Schmelzfluss zu erhalten.

Resümee: Das Zink scheint in elektrischer und chemischer Beziehung und in Hinsicht auf seinen Preis für die Praxis des Batteriebetriebes das geeignetste Material zu sein. Dr. Erlwein.

## Kleine Mitteilungen.

### Ueber den Widerstand einer Messingkette bei variabler Belastung.

Von F. Uppenborn.

Es ist wohl allgemein bekannt, dass Ketten wegen zahlreicher Kontakte einen relativ hohen Widerstand haben, welcher mit zunehmender Belastung stark abnimmt. Diese Erscheinung wurde von du Moncel 1850 entdeckt und beschrieben. E. Reynier hat dieselbe zur Konstruktion eines Rheostats benutzt.\*) Derselbe bestand aus einer Kette, welche mehr oder weniger angespannt wurde. Da es nun von Interesse ist, eine Vorstellung über die Grösse der bei Ketten auftretenden Widerstandsveränderungen zu haben, so wurde gelegentlich im

Laboratorium eine messingene Kugelmessingkette untersucht. Dieselbe wurde vertikal aufgehängt und am unteren Ende zunehmender Belastung ausgesetzt, während gleichzeitig ihr Widerstand gemessen wurde. Die Resultate sind in nachstehender Tabelle zusammengestellt.

Belastung in kg	Widerstand in $\Omega$
0	grösser als 10000
0,6	47,0
1,1	18,3
1,6	anfänglich 10,7
„	nach 5' 10,5

\*) C. f. E. Bd. 4, S. 429.

Belastung in kg	Widerstand in $\Omega$
"	nach 10' 10,3
"	nach 15' 10,1
2,1	anfänglich 2,10; endlich 2,08
2,6	" 1,63; " 1,59
3,1	" " 1,608
3,6	" " 1,606
4,1	" " 1,505
4,6	" " 1,478
5,1	" " 1,419
5,1	" " 1,20

Bei dem Versuch ohne Belastung war das Galvanometer so unruhig, dass ein bestimmter

Widerstand sich nicht messen liess. Bei der Belastung 0,6 war das Galvanometer noch sehr unruhig. Es wurde dann mit zunehmender Belastung ruhiger und seine Schwankungen folgten den pendelnden Bewegungen der Kette. Bei einer Belastung von 3,1 kg war der Galvanometeraussschlag fast konstant.

Der Widerstand nimmt anfänglich infolge des schlechten Kontaktes bei zunehmender Belastung sehr schnell ab. Bei 2,5 kg tritt eine starke Wendung ein. Die Verminderung des Widerstandes bei Vermehrung der Belastung über 2,5 kg hinaus rührt wahrscheinlich von einer Vergrösserung der Kontaktflächen her.

### Der Temperaturkoeffizient von Swanlampen.

Von F. Uppenborn.

Ueber die Temperaturkoeffizienten des Widerstandes von Glühlampen liegen bislang nicht viele Beobachtungen vor. Die nachfolgenden Angaben dürften daher einiges Interesse haben.

Um den Widerstand der Lampen bei sehr verschiedenen Temperaturen messen zu können, wurde ein Leinölbad hergestellt. Die zu prüfende Glühlampe wurde in eine Art Rührvorrichtung eingespannt, welche in einem mit Leinöl gefüllten Becherglase auf und ab bewegt werden konnte. Dieses Glas wurde einem grösseren Emailtopf aufgehängt, welcher ebenfalls mit Leinöl angefüllt und mit einer Rührvorrichtung versehen war. Nachdem das Leinöl bis zur Siedetemperatur erhitzt war, wurde der Topf in einen Kasten mit Sägemehl gestellt und der Widerstand während der Abkühlung von Zeit zu Zeit gemessen. Ein in das Becherglas eingetauchtes mit Stickstoff gefülltes Thermometer gestattete die Temperatur der Glühlampe zu messen. Einige Schwierigkeit machte die Herstellung einer guten Verbindung zwischen der Glühlampe und den Messdrähten. Da Zinn bei den hohen Temperaturen schmilzt, so war es nur möglich, solche Glühlampen zu verwenden, bei welchen der Kontakt durch Platinösen gebildet wird. Die Verbindung der letzteren mit den Kupferdrähten geschah durch einen galvanoplastischen Kupferniederschlag.

Auch bei den Messungen zeigten sich einige Schwierigkeiten. Der Widerstand der Lampen zeigt sich nämlich nicht konstant. Die Ursache dieser Erscheinung war die Erwärmung der Kohlenfäden durch den Messstrom, obwohl letzterer nur durch ein Leclanchéelement geliefert wurde und zweifellos sehr schwach sein musste. Durch Einschalten eines grossen Widerstandes in den Batteriezweig wurde dieser Uebelstand beseitigt. Die gewonnenen Resultate sind in den nachfolgenden zwei Tabellen zusammengestellt.

I.

Temperatur der Lampe:	Widerstand:
300,0°	51,003 $\Omega$
273,0	51,826

Temperatur der Lampe:	Widerstand:
245,0°	52,688 $\Omega$
209,0	53,834
175,0	54,982
137,5	56,174
22,5	59,492
20,0	59,560

II.

Temperatur der Lampe:	Widerstand:
286,2°	100,10 $\Omega$
284,5	100,19
282,0	100,60
254,0	104,70
251,5	105,05
250,5	105,15
210,0	111,15
209,0	111,35
208,5	111,40
165,0	117,80
164,0	117,95
163,0	114,4
114,5	125,34
113,0	125,54
112,0	125,75
70,2	131,85
68,6	132,05
68,0	132,15
47,5	135,25
46,9	135,35
20,6	139,14
20,1	139,24
19,6	139,34

Trägt man die Beobachtungen in ein Koordinatensystem ein, so stellt sich heraus, dass sie sich genügend genau durch die Formel:

$$y = a + bx$$

darstellen lassen. Der Temperaturkoeffizient, bezogen auf den Widerstand bei 20°, berechnet sich für

I. zu 0,000513,

II. zu 0,001056.

Die Lampen schienen englisches Fabrikat zu sein.

**Ein neuer Schienenkontakt-Apparat.** Die Apparate, welche zur Ueberwachung der Fahrgeschwindigkeit und Aufenthaltszeit der Züge seither konstruiert wurden und derartig funktionieren, dass sie, auf der Lokomotive angebracht, die Tourenzahl der Achse oder die Bewegung eines anderen Teiles der Maschine, abhängig von der Zeit, angeben — woraus sich die Geschwindigkeit erkennen lässt — entbehren bis jetzt noch der wünschenswerten Zuverlässigkeit.

Man sucht deshalb die Fahrgeschwindigkeit in der Weise zu kontrollieren, dass auf der Bahnstrecke Kontakt-Apparate, die mit Registrier-Uhren in Verbindung stehen, eingelegt werden, und die durch den Zug selbst in Thätigkeit gesetzt werden. Aber auch diese Apparate arbeiten nicht alle tadellos, indem sich bei ihnen zum Teil der Uebelstand geltend macht, dass die Kontakte mit der Zeit schlecht werden, sei es durch den Einfluss der Witterung oder durch Mängel, welche in der Konstruktion selbst liegen.

Der Firma Schnabel & Henning in Bruchsal ist ein Schienenkontakt-Apparat patentiert worden, welchem diese missliche Eigenschaft nicht anzuhaften scheint. Der Kontakt geschieht durch Vermittlung einer Feder *F*, die, neben dem Geleise liegend, in ihrer Längenrichtung verschiebbar ist. Ihre Bewegung erfolgt entweder im Sinne der Fahrtrichtung eines Zuges oder in

entgegengesetzter Richtung, bedingt durch die Differenz des Radreifendurchmessers, je nachdem die Feder an der äusseren oder inneren Seite der Fahrschiene liegt; in unseren Figuren ist ersteres angenommen. Die beiden Rollenpaare *r* und *r'*, welche der Feder als Lager dienen, und die beiden Anschlagstücke *f* und *f'*, durch welche sie in ihrer Ruhelage festgehalten wird, sind auf einer Eisenplatte *A* montiert, die ihrerseits an die Fahrschiene durch Winkel befestigt, oder an diese angeklebmt ist.

Beim Befahren wird *F* zunächst niedergedrückt, streckt sich, und schiebt sich dann nach vorwärts, da sie durch ihre Federkraft und durch Reibung am Rade haftet. Die Grösse der Verschiebung nach vorwärts entspricht der Differenz der Radreifendurchmesser auf der Fahrschiene und auf der Feder. Sobald das Rad die Feder freigegeben hat, schnellt diese in ihre Ruhelage zurück. Diese plötzliche Bewegung von *F* überträgt sich auf den, gleichfalls auf *A* montierten Hebel *H*, dessen längerer Arm *h* durch einen Draht *d* mit einem neben dem Geleise in angemessener Entfernung stehenden Kontaktständer *S* verbunden ist. In dem Kontaktständer *S* befindet sich ein Hebel *abc*, an dessen Arm *a* der von *h* kommende Draht befestigt ist, welcher die Bewegung des Hebels *H* auf den Hebel *abc* überträgt. Hierdurch wird der Arm *c* gegen das Pendel *K* gedrückt, dieses

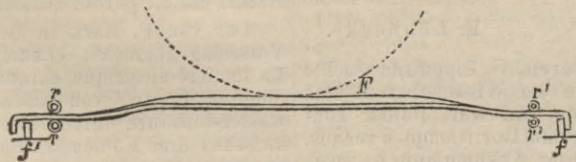


Fig. 1.

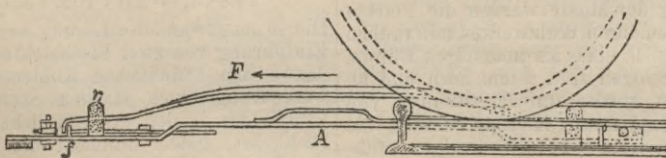


Fig. 2.

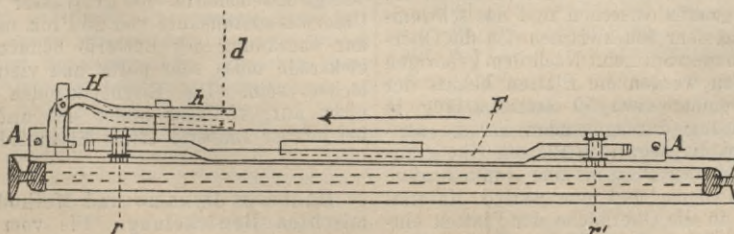


Fig. 3.

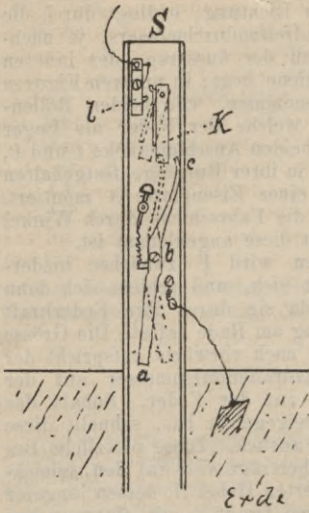


Fig. 4.



Fig. 5.

gegen das isoliert aufgesetzte Kontaktstück l schnellend. Die Einfügung des Pendels k bezweckt eine Verlängerung der Zeitdauer des Kontaktschlusses.

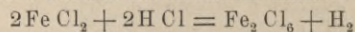
Der Apparat lag ein Jahr versuchsweise auf der Lokalbahn Sachsenhausen - Offenbach a/M. und arbeitete während der ganzen Zeit ohne jegliche Störung.

E. Löbbecke.

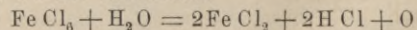
**Neue Akkumulatoren.** G. Lippmann machte der Pariser Akademie der Wissenschaften eine Mitteilung über einen von Karl Pollak konstruierten neuen Akkumulator (*Comptes rendus*, 17. März 1890). Dieser Akkumulator ist nach Plantés Verfahren mit Rücksicht auf die Erfüllung der Bedingung: Erzielung grosser Kapazität in möglichst kurzer Zeit, hergestellt. Zur Befestigung der Masse werden die Platten mittels eines besonderen Walzwerkes mit rauen Oberflächen, ähnlich einer kurzborstigen Bürste, versehen. Die Spitzen sind 2 mm hoch und an der Basis 1 mm stark; ihre Entfernung von einander beträgt 1 mm. Hierauf werden die Platten abgewaschen, um alle fettigen Substanzen zu entfernen und mit einem Brei aus Bleisulfat, eingerührt in Salzwasser, bedeckt, dann zwischen zwei Zinkplatten in Salzwasser eingetaucht. Die reduzierten Platten bieten ein gleichförmig graues Aussehen und das schwammige Blei sitzt sehr fest zwischen den die Oberfläche bedeckenden Spitzen. Nach dem gehörigen Zusammenlöten werden die Platten behufs der Formierung einem etwa 50 Stunden lang in gleicher Richtung durchgehenden Strome ausgesetzt, wobei die negativen Platten eine grauliche, die positiven Platten eine dunkelbraune Färbung annehmen und das aktive Material sich förmlich in die Oberfläche der Platten einfrassen und ausserordentlich fest daran haften

soll. Ein solcher Akkumulator aus 4 positiven und 5 negativen Platten, der mit den Verbindungsstangen etwas über 11 kg Gewicht hatte, soll nach 45 Stunden Formierung mit einem Strome von 16 Ampères in fünfständiger Entladung 95,4 Ampèrestunden mit gleichmässig erhaltenem Strome ausgegeben haben, wobei die Spannung von 2,12 Volt allmählich auf 1,8 Volt herabging. In einem anderen Falle ergab derselbe Akkumulator nach siebenständiger Ladezeit mit einem Strome von 16 Ampères bei 6,5 stündiger Entladungsdauer 102,35 Nutz-Ampèrestunden. Der Wirkungsgrad betrug daher 91,384 Proz. und für 1 kg Blei beträgt die Kapazität 9,133 Nutz-Ampèrestunden. — Ein anderer neuer Akkumulator rührt von Hanford (in England) her, worüber im *Bulletin internat. de l'électricité* vom 24. März berichtet wird. Derselbe ist von der Art der Faure-Sellon Volkmarschen Akkumulatoren. Im wesentlichen wird auf den Bleiplatten zuerst eine starke und dichte Bleioxydschicht gebildet, die für die Säure undrehdringlich ist, und auf dieser eine zweite poröse Schicht abgelagert, welche der Sitz der elektrochemischen Wirkungen ist. Zu dem Zwecke werden die Bleiplatten gewellt oder gerieft, dann in die warme alkalische Lösung eines Bleisalzes (Bleiglätte in Aetzkalilauge gelöst) getaucht, mit dem positiven Pole einer Dynamomaschine verbunden und ein schwacher Strom durchgeleitet. Ist die so sich bildende dichte Schicht stark genug, so wird der Strom verstärkt, um die poröse Schicht darüber zu bilden.

Der von F. Marx in Berlin neuerdings in Vorschlag gebrachte Akkumulator beruht nach *La lumière électrique* darauf, dass in einer verdünnten Lösung von Eisenchlorid und Chlorwasserstoffsäure durch einen elektrischen Strom zwischen drei Kohlenelektroden, von denen die äusseren den Strom zugesendet erhalten, die mittlere aber den Strom zurückleitet, nach der folgenden Formel die Reaktion eintritt:



Die so umgewandelte Lösung ergibt infolge bei Einführung von zwei Eisenelektroden und einer dazwischen befindlichen Kohlenelektrode durch Umkehrung einen starken Strom, wobei die Flüssigkeit in den ursprünglichen Zustand zurückkehrt, indem nunmehr die Reaktion nach der Formel stattfindet:



Zur Herstellung der Eisenchloridlösung soll man 450 gr Eisenchlorid, 900 gr Wasser und 500 gr Chlorwasserstoffsäure von 25 Proz. mischen. Die zur Entladung der Batterie benutzte Kohlenelektrode muss sehr porös und vielfach durchlöchert sein. Die Eisenelektroden lösen sich nicht auf, vielmehr bildet sich auf denselben bei offener Batterie etwas Eisenniederschlag.

S.

**Haubergs Dynamo und Methode der gemischten Bewickelung.** Die vom Ingenieur Hauberg in der Firma Konhard und Hauberg,

Kopenhagen, konstruierte Dynamo hat einen im ganzen aus Gusseisen bester Qualität hergestellten kräftigen hufeisenförmigen Elektromagnet mit horizontalen den Ringanker umfassenden Schenkeln, während die Bewicklung auf dem vertikalen im Querschnitt ablongen Teile des Magnets sich befindet. Die Kraftlinien sollen so den kürzesten Weg erhalten und keine Unterbrechung des magnetischen Stromkreises stattfinden ausser im Raume zwischen den Polschuhen und dem Anker. Die Bewicklung kann bequem auf der Drebank ausgeführt werden. Das Kupfergewicht ist gering. Eine Maschine für 1000 Lampen von 16 Normkerzen, welche mit 100 Volts an den Lampen arbeitet und bei 500 Umdrehungen in der Minute 500 Ampères liefert, hat einen als Gramming bewickelten Anker von 600 mm Durchmesser und 750 mm Länge. Der Ring ist mit 88 Kupferstäben bewickelt, die in passender Weise von einander getrennt sind, um Erhitzung durch Foucaultströme zu vermeiden; diese Kupferstäbe sind mit einem aus 88 Teilen bestehenden Kommutator verbunden. Der Feldmagnet hat einen Querschnitt von  $305 \times 750$  mm und ist nach einem neuen System bewickelt, um Selbstregulierung der Maschine zu erhalten. Auf dem Anker befinden sich 194 Pfund Kupfer und auf dem Feldmagnet 346 Pfund. Da die Dynamo bei 500 Ampères Ausgabe mit einer Klemmenspannung von 115 Volts arbeitet, so kommen 57,7 Volt-Ampères auf das Pfund des gesamten Kupfergewichtes bei 100 Umdrehungen. Der elektrische Wirkungsgrad ist 96 Prozent. Das erwähnte System der Selbstregulierung ist von F. V. Schioedet, Elektrotechniker der genannten Firma, erfunden und besteht in der folgenden Anordnung der Magnetbewicklung. Der Zweck des Systems ist, es möglich zu machen, zwei oder mehr mit gemischter Bewicklung versehene Dynamos in Parallelschaltung auf einen Stromkreis wirken zu lassen, ohne befürchten zu müssen, dass eine dieser Dynamos den Magnetismus der anderen umkehrt. Das neue System kann besonders in solchen Fällen benutzt werden, wo in den Hauptleitungen ein grösserer Spannungsverlust zulässig ist, als zwischen den einzelnen Lampen. Bei diesem System ist die gewöhnliche Nebenschlussbewicklung vorhanden, aber anstatt des Hauptstromdrahtes ist noch ein mit dem Hauptleiter verbundener sogenannter Hauptnebenschluss angebracht, welcher entweder von zwei Punkten des positiven oder des negativen Leiters abgezweigt ist; dieser Hauptnebenschluss wird also von einem Strome durchflossen, der abhängig vom Spannungsabfall zwischen jenen beiden Abzweigpunkten des Hauptleiters ist. Auf diese Weise ist die Spannungsnur vom Gesamtstrome in der Hauptleitung abhängig gemacht, indem der Strom im Hauptnebenschluss durch den den grösseren Spannungsabfall verursachenden stärkeren Strom im Hauptleiter verstärkt wird. Es können somit kleine und grosse Dynamos zusammengekuppelt wer-

den, indem ihre Klemmenspannungen gleichzeitig im Verhältnis zum Spannungsverlust zwischen den Enden des besagten Hauptnebenschlusses erhöht werden. Deshalb kann keine dieser Dynamos die Magnetpole der anderen umkehren, indem der Hauptnebenschluss und der gewöhnliche Nebenschluss der gemischten Bewicklungen der Feldmagnete in derselben Weise vom Strome durchflossen werden, auch wenn die eine der parallel geschalteten Dynamos ihren Strom durch den Anker einer anderen sendet. (Nach Electrical Review, 25. April 1890.)  
S.

**Thermoelektrischer Sammler.** Die Aktiengesellschaft Helios in Köln-Ehrenfeld hat sich einen thermoelektrischen Sammler patentieren lassen, welcher aus einer Anzahl von Metallstücken besteht, die in der thermoelektrischen Spannungsreihe möglichst weit auseinander liegen, zusammengelötet, zusammengeschweisst oder genietet werden. Die derart zusammengestellten Metallkörper werden mit einer gegen Wärme und Elektrizitätsverlust isolierenden Masse umgeben. Nur an einzelnen Verbindungsstellen ist die Wärmeschutzhülle auf einfache Weise abzunehmen, um diese Stellen durch kalte Luft oder in anderer Weise abzukühlen. Die Metallkörper werden, indem man elektrischen Strom hindurchleitet, erwärmt, wodurch die Temperatur des ganzen Apparats infolge des Energieverlustes steigt. Die hierdurch erzeugte hohe Temperatur kann bei Anwendung einer guten Wärmeschutzhülle lange Zeit ohne erheblichen Wärmeverlust erhalten werden. Bei Bedarf von elektrischer Energie öffnet man den Apparat und kühlt diejenigen Verbindungsstellen ab, von welchen die Wärmeschutzmasse zeitweise entfernt worden ist. Hierdurch wird eine ununterbrochene Stromentwicklung für die ganze Dauer des Vorganges erzeugt, bis ein Temperaturunterschied in den Apparaten nicht mehr vorhanden ist. Die Höhe der Stromspannung hängt dabei von der Wahl der Metalle, der Anzahl der in einer Reihe vorhandenen Verbindungsstellen und dem Temperaturunterschied ab. Bringt man den Apparat in einem geschlossenen Kasten unter, so kann man bei Verwendung eines kalten Luftstromes zur Abkühlung der freigemachten Verbindungsstellen den Strom selbst zur Regulierung des Luftstromes verwenden, so dass eine Elektrizitätsentwicklung mit gleichbleibender Spannung erreicht wird.

Man kann diesen Sammler mit Wechselstrom oder Gleichstrom laden, wobei jedoch nur Wärmeverluste stattfinden.

F. v. S.

**Elektrischer transportabler Diebesalarm von A. Költzow.** Um das Entwerden von Garderobegegenständen an öffentlichen Orten zu verhüten, wird vom Elektriker A. Költzow, Berlin, Urbanstr. 110, folgendes angegeben:

Der Aufhänger z. B. eines Ueberziehers hat einen Kontakt, der, sobald der erstere hängt,

geöffnet ist und mit einem Alarmapparat in Verbindung steht, der sich im Ueberzieher selbst befindet. Der Alarmapparat besteht aus einem kleinen Trockenelement, durch welches eine Telephonmembrane mit Selbstunterbrechung in Schwingungen versetzt wird, und so einen sehr starken, schreienden Ton gibt. Sobald nun der betreffende Gegenstand von unbefugter Hand abgenommen wird, ist der Kontakt geschlossen und der Alarm tritt in Thätigkeit. Das verursachte Geräusch ist auf 20 bis 30 Schritte weit hörbar. Der Besitzer kann durch einen kleinen Schlüssel den Strom an einem Ausschalter unterbrechen.

Diese Einrichtung kann auch bei Taschenführern, Brieftaschen etc. verwendet werden.

F. v. S.

**Der elektrische Uebertragungstisch von Fitchburg, Mass.** Der neue Uebertragungstisch für die Fitchburger Wagenreparatur-Werkstätten wurde von der dortigen Railroad Company konstruiert. Dieser Tisch oder Wagen wird nach dem System der Union Electric Car Company bewegt. Der Motor, die Uebertragung und Kuppelung etc. befinden sich auf der Vorderachse des Wagens. Der Motor greift in die Achse ein und das Zahnradgetriebe läuft in einem verschlossenen Oelbad. Die Zahnräder sind aus Metall geschnitten und arbeiten mit sehr geringer Reibung und folglich wenig Kraftverlust. Ueber dem Motor befindet sich auf einer Plattform ein Hebel, mittels dessen der Motor eingeschaltet und der Wagen kontrolliert wird. Der Umschalter und die Handkurbel zum Ein- und Ausrücken der Kuppelung dienen entweder zum Fortbewegen des Wagens in der verlangten Richtung oder zum Ein- und Ausrangieren der Wagen, welche von einer Strecke zur andern gewechselt werden. Die beiden Werkstätten sind jede 500 Fuss lang und in drei Abteilungen geteilt, welche durch Mauern getrennt sind. In jeder Abteilung befinden sich 8 Geleise, dies macht für jede Werkstatt 24. Zwischen diesen letzteren befindet sich der Schacht, in welchem der Wagen oder Tisch sich bewegt. Letzterer ist 10 Fuss lang und 70 Fuss breit, er läuft auf 4 in den Schacht gebetteten Schienen. Die Spurweite derselben fällt mit der der Werkstätten zusammen. Die Kontrolle des Tisches ist durch Anwendung des Umschalthebels so genau, dass er ohne jegliche Störung auf ein bestimmtes Geleise gelegt werden kann; dieselbe Kraft, welche den Wagen bewegt, hält ihn an oder hemmt ihn. Der Tisch wird durch die Dynamo bewegt, welche die Werkstätten des Nachts beleuchtet, und ist durch zwei oberirdische Drähte befestigt, auf welchen zwei Schlitten laufen. Die Schlittenpole befinden sich auf dem Dache des Gerüstes, welches über der Plattform des vorderen Tisches angebracht ist. Drei Mann, wovon einer die Dynamo bedient, schieben den Tisch und schalten die Wagen ein und aus, während früher zwölf Mann und eine Riemen-Lokomotive nebst Be-

dienung erforderlich waren. Die ganze Arbeit kann in etwa vier Stunden von den drei Mann geleistet werden.

(„Electrical World.“)

F. v. S.

**Die neue Westinghouse-Zentrale in St. Louis.** Die neue Zentralstation der Missouri Electric Light and Power Company in St. Louis, Mo., wurde nach „El. World“ vor kurzem eröffnet und gibt ein gutes Beispiel einer soliden Konstruktion, sowohl in der Station als ausserhalb derselben.

Die Gesellschaft besitzt ein Grundstück zwischen der 19. und 20. Strasse bei der Louistr. von 170 × 89 Fuss, wovon 75 × 155 Fuss von den Gebäuden für die Lichtenanlage bedeckt sind. Der Kesselraum enthält 5 Babcock Wilcox-Kessel für eine Dampf-Kapazität von 1800 HP. Jeder Kessel ist mit einem Roneyschen Heizer verbunden, und die Kohlen werden in Behälter über den Kesseln gehoben und von hier automatisch in die Heizer befördert. Der Dampfdruck beträgt 125 Pfund. Der Abgangsdampf von den Maschinen geht durch 2 Berrymansehe Speisewasserheizer und die Pumpmaschinen sind überall doppelt. Der in den Pennsylvania-Werkstätten hergestellte Schornstein besteht aus  $\frac{3}{8}$ szölligem Schmiedeeisen, hat einen innern Durchmesser von 8 Fuss 3 Zoll und eine Höhe von 137 Fuss.

Der Maschinenraum enthält sechs vertikale Westinghouse Compound-Maschinen mit Cylindern von 16 × 27 Zoll und 16 Zoll Hubhöhe; jede derselben ist mittels Riemen direkt mit einer Wechselstrommaschine für 3000 Lampen (System Westinghouse) verbunden. Die Dampfmaschinen entwickeln in der Praxis eine Pferdestärke mit 22,4 Pfund Dampf bei 125 Pfund Druck per indic. HP.

Das Schaltbrett ist neu konstruiert, feuersicher geprüft und einfacher wie bisher eingerichtet. Die Leitungen sind unterirdisch mit den Dynamos verbunden, werden von 16 Feeders gespeist und sind letztere so angeordnet, dass alle oder jeder derselben von einer einzigen Dynamomaschine mit Strom versehen werden. Man braucht ungefähr 12 Sekunden, um 6 Feeders von einer Dynamo auf eine andere zu schalten, während der Maschinist gleichzeitig die Spannung konstant durch Benutzung eines Stilwell-Regulators erhält. Jeder Feeder ist mit einem vollen Satz von Westinghouse-Transformatoren- und Regulierungs-Widerständen versehen. Die beiden Erregerdynamos sind gross genug, um 8 Nr. 3 (3000 Lampen) Dynamos zu speisen, und werden durch 2 getrennte 30 HP. Dampfmaschinen in Betrieb gesetzt.

Die Station hat als Personal einen Direktor, 2 Ingenieure, 2 Maschinisten im Maschinenraum und 2 Heizer, 2 Gehilfen im Kesselraum, ausserdem einen Monteur zum Instandhalten und Reparatur der Rohrleitung, Kessel etc. Die Zentrale hat eine Kapazität für 18000 Lampen à 16 Nk. und sind im ganzen 2300 Lampen installiert.



Es sind über 370 Elektrizitätsmesser in Gebrauch und sind während der sechsmonatlichen Betriebszeit Schallenbergersche Messer ausschliesslich benutzt worden.

Die Stromabgabe wird mit  $1\frac{1}{4}$  Cent per Lampenstunde bezahlt mit verschiedenem Rabatt für Behörden, Geschäfts- und Privatleute. Für die oberirdischen Leitungen wird ausschliesslich einfacher Draht verwendet. In der Voraussetzung, dass das oberirdische Leitungsnetz sich über 250 Meilen ausdehnen kann, wurde das beste Isolierungsmaterial ausgewählt.

Während der heftigen Hagel- und Schneestürme zu Anfang dieses Jahres riss kein einziger Draht und keine einzige Leitung wurde gefährlich verletzt, obgleich gegen 900 Drähte anderer Gesellschaften auf die Leitungen herabfielen.

F. v. S.

**Einige Versuche über den Wirkungsgrad von Wechselstromapparaten** sind von Dr. Louis Duncan und W. F. Haddon in Philadelphia mit einer Westinghouseschen Wechselstrommaschine (750 Lichtmaschine) nebst Erregungsmaschine und einer Ausrüstung von 40 bezw. 30 Licht-Transformatoren ausgeführt

worden. Der Betrieb erfolgte mit einer 75-pferdigen Armington-Sims-Dampfmaschine. Es wurden Bremsproben und elektrische Messungen angestellt, wodurch sich ergab, dass sehr viel Wirkungsverlust im Ankerkern der Maschine entsteht; infolge der Umkehrung des Magnetismus und durch Foucaultströme verlor die Maschine nicht weniger als 6 Pferdestärken, während in den Transformatoren durch die gleichen Ursachen nur ein Verlust von 1,0 Pferdestärken herbeigeführt wurde. Bemerkenswert ist ferner die fast konstante Proportionalität der Primär- und Sekundärströme der Transformatoren innerhalb weiter Grenzen. Der Maximalwirkungsgrad der Transformatoren stellte sich zu 78 Prozent heraus. Ferner erscheint als bemerkenswert die Konstanz des Verlustes im Eisen der Transformatoren bei wechselnder Belastung derselben. Der grosse Verlust im Anker der Dynamo wird dem Umstande zugeschrieben, dass ein gewisser Betrag des Wirkungsgrades zur Regulierung der Maschine geopfert werden muss; die Maschine muss nämlich mit einem stark gesättigten Magnetfeld arbeiten, um in den Transformatoren ein konstantes Potential zu erhalten.

S.

### Neue Bücher und Flugschriften.

(Die der Redaktion zugehenden neuen literarischen Erscheinungen werden hier aufgeführt und allmählich zur Besprechung gebracht.)

v. Waltenhofen, Regierungsrat, Prof. Dr. Ueber Blitzableiter. Vorschriften für deren Anlage nebst einem Anhang mit Erläuterungen zu denselben. Braunschweig, Vieweg & Sohn.

Himmel und Erde. Populäre astronomische Monatsschrift, herausgegeben von der Gesellschaft Urania. Jahrg. II. Heft 9. Redakteur

Dr. Wilh. Meyer. Berlin, Verlag von Dr. W. Paetel.

Garbe, Lahmeyer & Cie. in Aachen. Nachweis elektrischer Anlagen mit Original-Lahmeyer-Dynamos.

Koller, Dr. Th. Neueste Erfindungen und Erfahrungen. Wien, A. Hartleben. Heft 9.

---

## Zur Nachricht!

Mit dem 1. Oktober dieses Jahres geht die **Elektrotechnische Rundschau** in den Verlag von **G. L. Daube** in **Frankfurt a. M.** über. Sie erscheint von da an **zweimal** monatlich in vergrössertem Format mit der unbedeutenden Preiserhöhung von Mk. 6. auf Mk. 8. jährlich.

**Frankfurt a. M.,** im Juli 1890.

**Prof. Dr. Krebs.**

Verlag von Julius Maier in Stuttgart.

---

Die  
**elektrischen Erscheinungen und Wirkungen**  
in Theorie und Praxis.

Nebst Anhängen von gelösten Aufgaben und Berechnungen.

Gemeinfassliche Erklärung und Darstellung  
der

**Elektricitätslehren und Elektrotechnik.**

Mit vielen Holzschnitten und Tafeln.

Herausgegeben

von

**Dr. Ad. Kleyer**

unter Mitwirkung von

**Dr. Oskar May, Dr. Ad. Krebs und Dr. Hovestadt.**

Die epochemachenden Erfolge, welche der Magnetismus in Verbindung mit der Elektrizität gegenwärtig aufzuweisen hat und die unzähligen praktischen Verwendungen, welche diese allüberall in der Natur verborgenen und zu erregenden Kräfte voraussichtlich noch erlangen müssen und können, sind Gründe genug, dass in den Schulen dem Studium dieser Imponderabilien, im praktischen Leben der Erregung und Verwertung jener geheimnisvollen Kräfte die grösste Aufmerksamkeit geschenkt werden muss.

Die Litteratur über Elektrizität und Elektrotechnik hat dementsprechend einen grossen Aufschwung genommen; doch fehlt bis jetzt darin ein Werk, welches die Gesamtheit der elektrischen Erscheinungen und Wirkungen in einheitlichem Sinne, in klarer, übersichtlicher und logischer Reihenfolge behandelt, dabei ein Lehrbuch für die Schule und übergehend ins praktische Leben ein Lehrbuch zum Selbststudium und ein Nachschlagebuch nicht allein für den Praktiker, sondern auch, da diese Wissenschaft die Interessen aller Kreise aufs engste berührt, für jedermann ist.

Diese Lücke ist nun durch das vorstehend bezeichnete Werk ausgefüllt worden. Den Verfassern desselben müssen wir hierbei das Verdienst zusprechen, diese mühevollen Aufgabe in vortrefflicher Weise erledigt zu haben. Dieselben haben in diesem Werke fast durchweg die Definitionen, die Entwicklung von Theorien, Beschreibung und Anwendung von Apparaten etc. in der Beantwortung von Fragen und Antworten gegeben, jedoch nicht wie in „Katechismen“ ohne inneren Zusammenhang, sondern jede folgende Frage steht in logischer Beziehung zu der vorhergehenden Antwort. **Damit ist ein leichtes Eindringen in die Lehren der elektrischen Erscheinungen gewährleistet** und zugleich dem Studierenden, welcher sich etwaigen Prüfungen unterziehen will, **ein gutes Buch für seine Repetitorien, dem Examiner ein brauchbares und zweckdienliches Handbuch und dem ausübenden Techniker ein fast unentbehrliches Nachschlagewerk geschaffen.**

Monatlich erscheinen 3—4 Hefte à 25 Pf. und sind bis jetzt 153 Hefte à 25 Pf. bereits erschienen, welche auf einmal oder nach und nach bezogen werden können.

# A. E. G. Glühlampe.

Durch Patente geschützt.

**Stromverbrauch 50 Watt pro Normallampe (16 Kerzen).  
1 elektr. HP betreibt 14,7 Lampen à 16 Kerzen.**

Vorzügliche Haltbarkeit.  
Konstante Leuchtkraft.

(254b)

Infolge umfangreicher Massenfabrikation haben wir die Preise  
erheblich ermässigt.

**Allgemeine Electricitäts-Gesellschaft, Berlin.**



## Electr.-med:

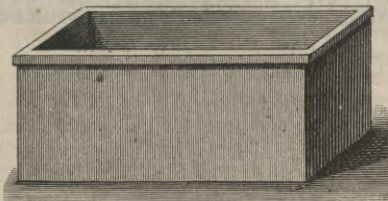


Apparate u. Instrumente jeder Art empfehlen:  
Reiniger, Gebbert & Schall in Erlangen i. B.  
Universitäts-Mechaniker.

Katalog 80 Seiten 300 Abbild. a. Ärzte gratis franco. Verkaufstellen i. In- u. Ausl.

**Fabrik**  
elektrotechnischer  
Massenartikel.

(283)



Säuredichte

## Steinzeug-Wannen

für galvanische Bäder jeder Art.

Gangbare Grössen vorrätig.

(262)

**Ernst March Söhne**

Thonwarenfabrik in Charlottenburg.

Verlag von Julius Maier in Stuttgart.

Lehrbuch

der

## Kontaktelektricität

(Galvanismus)

mit

731 Erklärungen, 238 in den Text  
gedruckten Figuren, einem Formeln-  
verzeichnis und einem alphabetischen  
Sach- und Autorenregister

nebst einer

Sammlung gelöster u. ungelöster  
analoger Aufgaben.

Für das Selbststudium und zum  
Gebrauch an Lehranstalten, sowie  
zum Nachschlagen für Fachleute

bearbeitet nach System Kleyer

von

**Dr. Oskar May.**

Preis: M. 8. —

Gekittete  
Riemen

für

elektr. Betrieb.

Grösste Riemenfabrik

(289) Deutschlands.

Treibriemen.

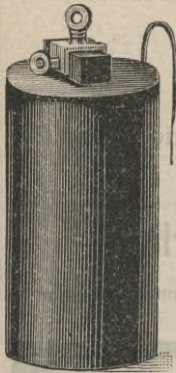
**Gebrüder Klinge,**

Leder- u. Riemenfabrik

Dresden-Löbtau.

# Glühlampenfabrik und Elektrizitäts-Werke

zu Hamburg, A.-G., 14-16 Bremerstrasse.



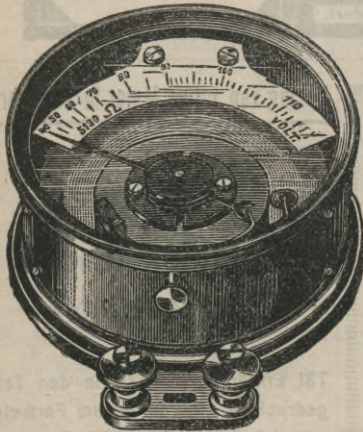
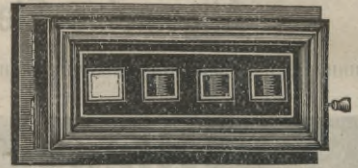
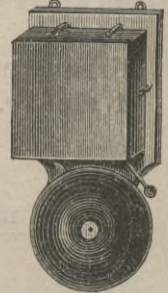
## Glühlampen

für Beleuchtungs-Einrichtungen aller Art.

Sämtliche Apparate und Bedarfsartikel für  
**Haustelegraphie, Telephonie etc.**

Anerkannt vorzügliche  
**Trocken-Elemente.**

Illustrierte Preislisten gratis  
und franko. (278)



## Volt- & Ampèremeter

HARTMANN & BRAUN, BOCKENHEIM-FRANKFURT

Voltmeter für electriche Lichtbetriebe  
mit grossen Intervallen an der Gebrauchsstelle, oder mit ziemlich gleich-  
mässiger Scale in verschiedenen Aichungen.

Voltmeter als Controllinstrument für Monteure.

Einfachere Spannungszeiger für galvanoplastische Betriebe.

Ampèremeter in allen Aichungen bis 1000 Amp.

Einfache Stromzeiger bis 5, 10 und 25 Amp.

Electricitätszähler, Erdschluss- resp. Isolationsprüfer.

Messbrücken, Rheostaten u. Galvanometer für Werkstätte u. Montage.

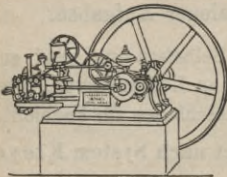
Blitzableiter-Untersuchungsapparate.

Trocken-Elemente, eigene Construction, für alle Zwecke vorzüglich geeignet.

Preislisten mit Abbildungen zur Verfügung.

## Hille's Gasmotor „Saxonia“.

Hille's Petroleummotor „Saxonia“.



D. R.-Patent.

Dresdener Gasmotorenfabrik  
Moritz Hille in Dresden  
empfiehlt Gasmotore von 1 bis  
100 Pferdekraft, in liegender,  
stehender, ein-, zwei- und vier-  
cylindriger Konstruktion. Ge-  
räuschlos arbeitend u. überall  
aufzustellen. Viele Hundert  
im Betriebe. (268)

Transmission nach Sellar's System.

Prospekte und Kostenanschläge gratis.

Feinste Referenzen. — Vertreter gesucht.



D. R.-Patent.

## Braunstein

präpariert für Elemente  
liefert Chr. Gottl. Foerster,  
(273) Ilmenau in Thür.

