

**X. Ueber die galvanische Polarisation;
von Hans Jahn.**

Wenn ein Electrolyt von einem galvanischen Strom durchflossen wird, so ist die von dem letzteren zu leistende Arbeit bekanntlich gegeben durch den Ausdruck:

$$J\Delta = J^2w + Jp,$$

wenn J die Stromintensität, Δ die Potentialdifferenz zwischen den beiden Electroden der Zersetzungszelle, w den Widerstand der Zersetzungszelle und p die electromotorische Kraft der Polarisation bezeichnet. Von dieser Stromarbeit geht der auf die Ueberwindung des Leitungswiderstandes entfallende Antheil:

$$J^2w$$

vollständig in Wärme über, während Jp , d. h. der zur Ueberwindung der Polarisation in dem Electrolyten nöthige Arbeitsantheil nur zum Theil in Wärme übergehen kann. Joule und nach ihm F. Exner meinten, das Wärmeäquivalent der auf die Polarisation entfallenden Stromarbeit:

$$\alpha Jp$$

gäbe die Zersetzungswärme des betreffenden Electrolyten, woraus dann des Weiteren folgen würde, dass die electromotorische Kraft der Polarisation der Zersetzungswärme des betreffenden Electrolyten proportional wäre, eine Folgerung, die bekanntlich F. Exner durch zahlreiche Versuche zu beweisen bestrebt war.

Dieser Folgerung liegt die Annahme zu Grunde, dass bei jedem chemischen Process die gesammte chemische Energie in Stromenergie übergeht, eine Annahme, von der neuere theoretische und experimentelle Untersuchungen nachgewiesen haben, dass sie in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle nicht zutrifft. Ferner wären bei der Richtigkeit der Exner'schen Hypothese die secundären (localen) Wärmetönungen in den Zersetzungszellen, welche von Raoult und Favre experimentell nachgewiesen worden sind, nicht verständlich. Diese secundären Wärmetönungen deuten im Gegentheil darauf hin, dass die electromotorische Kraft der Polarisation in der Regel grösser sein wird, als die nach der Exner's-

schen Hypothese berechnete, und zwar gibt die Polarisation ein Mittel, um die secundären Wärmetönungen zu bestimmen.

Geht man von dem Eingangs aufgestellten Ausdruck für die Stromarbeit:

$$J\Delta = J^2w + Jp$$

aus, so ergibt sich für das Wärmeäquivalent dieser Arbeit:

$$\alpha J\Delta = \alpha J^2w + \alpha Jp,$$

wenn α das Wärmeäquivalent der Arbeitseinheit bezeichnet. Denkt man sich nun die Zersetzungszelle in einem Calorimeter befindlich, sodass die während der Zeit t durch den Strom entwickelte Wärmemenge (W) gemessen werden kann, so ist, wie das Experiment übereinstimmend mit der Theorie ergeben hat:

$$\alpha J\Delta t - W = \alpha J^2wt - \alpha Jpt - W = Q,$$

wenn Q die Zersetzungswärme des betreffenden Electrolyten bezeichnet. Die Wärmemenge W zerfällt in zwei Antheile:

$$W = W_r + W_s,$$

wenn W_r die nach dem Joule'schen Gesetz durch die Ueberwindung des Leitungswiderstandes bedingte, W_s die secundäre infolge der Electrolyse an den Electroden auftretende Wärmeentwicklung bezeichnet. Man erhält demgemäss:

$$\alpha J^2wt + \alpha Jpt - W_r - W_s = Q,$$

oder, da:

$$\alpha J^2wt = W_r$$

ist:

$$\alpha Jpt - W_s = Q,$$

mithin:

$$(1) \quad W_s = \alpha Jpt - Q.$$

Da Q durch die Untersuchungen von Thomsen bekannt ist, so erübrigt also zur Bestimmung der secundären Wärmetönung die Bestimmung von p .

Zu diesem Behufe bediente ich mich einer stromunterbrechenden Stimmgabel (128 Schwingungen) von König in Paris. Die Anordnung des Versuches wird durch umstehendes Schema erläutert. In demselben bezeichnet S die Stimmgabel. Auf jeder der Zinken war ein Klötzchen aus Hartgummi befestigt, welches einen zweimal rechtwinklig nach abwärts gebogenen Kupferdraht trug. Versetzte man die Stimmgabel in Schwingungen, so tauchten abwechselnd die

schaltung des Normalelementes abgelesenem Ablenkungswinkel mit ϑ , so erhält man:

$$p = Cl \frac{\operatorname{tg} \psi}{\operatorname{tg} \vartheta} \text{ Volt,}$$

wenn Cl die in Volt ausgedrückte electromotorische Kraft des Normalelementes für die jeweils in dem Arbeitsraum herrschende Temperatur bezeichnet.

Nach den Bestimmungen von Lord Rayleigh und v. Ettingshausen beträgt:

$$Cl = 1,4335 \text{ Volt}$$

bei 15° . Der Temperaturcoefficient der benutzten Normalelemente war zu:

$$0,05309 \text{ Proc.}$$

bestimmt worden.

Die Zersetzungszelle befand sich bei den zunächst anzuführenden Versuchen in schmelzendem Eis. Die Electroden bestanden aus ziemlich grossen Platinplatten, welche nach jedem Versuch sorgfältig durch Waschen mit Säure, Alkali und Wasser gereinigt wurden.

Die Resultate der Versuche waren folgende.

Kupfersulfat
[$\text{CuSO}_4 + 200\text{H}_2\text{O}$].

Tabelle I.

$\operatorname{tg} \psi$	$\operatorname{tg} \vartheta$	Q Volt	p Volt
0,036 567	0,031 716	1,4373	1,6571
0,036 567	0,031 716	" "	1,6571
0,036 753	0,031 716	1,4375	1,6658
0,036 940	0,031 965	1,4375	1,6613
		Mittel	1,6603

Zinksulfat
[$\text{ZnSO}_4 + 200\text{H}_2\text{O}$].

Tabelle II.

0,035 198	0,018 632	1,4385	2,718
0,042 785	0,022 682	1,4379	2,712
0,042 723	0,022 620	" "	2,716
0,043 755	0,023 181	" "	2,714
		Mittel	2,715

Cadmiumsulfat.
[$\text{CdSO}_4 + 200\text{H}_2\text{O}$].

Tabelle III.

$\operatorname{tg} \psi$	$\operatorname{tg} \vartheta$	Q Volt	p Volt
0,054 550	0,033 151	1,4365	2,364
0,053 300	0,032 403	" "	2,363
0,050 620	0,030 783	1,4362	2,362
0,050 500	0,030 658	1,4362	2,366
		Mittel	2,364

Kupferacetat
(bei 0° gesättigte Lösung).

Tabelle IV.

0,026 795	0,025 424	1,4378	1,515
0,026 296	0,025 050	" "	1,509
0,026 919	0,025 797	1,4375	1,500
0,026 857	0,025 424	" "	1,519
		Mittel	1,511

Zinkacetat
 $[\text{Zn}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 + 200\text{H}_2\text{O}]$.

Tabelle V.

tg ψ	tg ϑ	Q Volt	p Volt
0,06963	0,034 820	1,4381	2,627
0,06351	0,034 820	" "	2,623
0,06400	0,035 198	" "	2,615
0,06438	0,035 198	" "	2,630
		Mittel	2,624

Kupfernitrat
 $[\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 200\text{H}_2\text{O}]$.

Tabelle VI.

0,038 433	0,033 830	1,4388	1,635
" "	0,033 955	" "	1,629
0,038 184	0,033 830	" "	1,624
0,040 422	0,035 198	" "	1,653
		Mittel	1,636

Silbernitrat
 $[\text{Ag}_2(\text{NO}_3)_2 + 200\text{H}_2\text{O}]$.

Tabelle VII.

0,034 328	0,040 298	1,4388	1,226
" "	0,040 423	" "	1,222
0,034 577	0,040 671	" "	1,223
0,032 776	0,038 930	" "	1,211
		Mittel	1,220

Bleinitrat
 $[\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 200\text{H}_2\text{O}]$.

Tabelle VIII.

0,042 785	0,028 415	1,4396	2,168
0,041 790	0,028 165	" "	2,136
0,041 542	0,028 041	" "	2,133
0,041 168	0,027 791	" "	2,133
		Mittel	2,143

Bleiacetat
 $[\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 + 200\text{H}_2\text{O}]$.

Tabelle IX.

tg ψ	tg ϑ	Q Volt	p Volt
0,049 373	0,035 323	1,4888	2,011
0,046 642	0,032 652	" "	2,055
0,045 646	0,031 904	" "	2,058
0,045 898	0,031 904	" "	2,047
		Mittel	2,043

Schwefelsäure
 $[\text{H}_2\text{SO}_4 + 200\text{H}_2\text{O}]$.

Tabelle X.

0,083 293	0,050 250	1,4362	2,380
0,082 318	0,049 501	" "	2,388
0,087 626	0,052 620	" "	2,392
0,086 906	0,052 220	" "	2,390
		Mittel	2,388

Natriumsulfat
 $[\text{Na}_2\text{SO}_4 + 200\text{H}_2\text{O}]$.

Tabelle XI.

0,079 755	0,036 753	1,4388	3,122
0,079 569	0,036 629	" "	3,126
0,079 451	0,036 443	" "	3,137
0,079 265	0,036 380	" "	3,135
		Mittel	3,130

Kaliumsulfat
 $[\text{K}_2\text{SO}_4 + 200\text{H}_2\text{O}]$.

Tabelle XII.

0,058 930	0,027 231	1,4388	3,114
0,058 000	0,026 795	" "	3,114
0,058 120	0,026 857	" "	3,114
0,057 880	0,026 608	" "	3,130
		Mittel	3,118

Für die Bestimmung der Polarisation der Blei- und Silberlösungen war eine Modification der Zersetzungszelle nöthig. Es scheidet sich nämlich bei der Electrolyse dieser Salze an der Anode eine dichte Schicht von Blei-, resp. Silbersuperoxyd ab, wodurch die Verhältnisse derartig geändert werden, dass die Versuche aufhören, mit den übrigen vergleichbar zu sein. Um diese Schwierigkeit zu umgehen,

wurde die Zersetzungszelle in derselben Weise angeordnet, wie das bei einer anderen Gelegenheit von mir beschriebene Daniell'sche Element.¹⁾ Die als Anode dienende Platinplatte befand sich in einer kleinen Thonzelle, welche mit der in dem zu untersuchenden Salze enthaltenen Säure im verdünnten Zustande gefüllt war. Die Thonzelle wurde erst unmittelbar vor dem Versuch in die die Kathode enthaltende Salzlösung eingetaucht. Da sich bei der Electrolyse gleichfalls die in dem Salze enthaltene Säure an der Anode ansammelt, so sind durch diese Modification die Vorgänge in der Zersetzungszelle nicht wesentlich geändert, dagegen ist die störende Bildung des Superoxydes vollkommen vermieden.

Die Resultate der Versuche sind in nachstehender Tabelle vereinigt.

Tabelle XIII.

Substanz	Polarisation	Substanz	Polarisation
CuSO ₄	1,660 Volt	Ag(NO ₃) ₂	1,220 Volt
ZnSO ₄	2,715 „	Pb(NO ₃) ₂	2,148 „
CdSO ₄	2,364 „	Pb(C ₂ H ₃ O ₂) ₂	2,043 „
Cu(C ₂ H ₃ O ₂) ₂	1,511 „	H ₂ SO ₄	2,388 „
Zn(C ₂ H ₃ O ₂) ₂	2,624 „	Na ₂ SO ₄	3,130 „
Cu(NO ₃) ₂	1,636 „	K ₂ SO ₄	3,118 „

Die von mir für die Polarisation erhaltenen Werthe sind durchweg grösser, als die von F. Exner und Hallock²⁾ ermittelten Werthe; am nächsten stimmen meine Werthe mit denen von Raoult³⁾ zusammen. Der von mir für die Polarisation in verdünnter Schwefelsäure gefundene Werth stimmt mit dem neuerdings von Pirani⁴⁾ ermittelten Werthe ziemlich nahe überein.

Für die Richtigkeit der so bestimmten Polarisationwerthe lässt sich in folgender Weise eine Controle finden. Stellt nämlich die der Polarisation entsprechende Stromenergie (J_p)

1) H. Jahn, Wied. Ann. 28. p. 28. 1886.

2) F. Exner u. Hallock, Wiedemann, Electr. 2. p. 920.

3) Raoult, ibid. 2. p. 906.

4) Pirani, Inaug.-Diss. Berlin 1883. Tab. III. p. 62.

die Arbeit dar, welche bei der Zersetzung des betreffenden Electrolyten von dem Strome geleistet wird, so muss umgekehrt bei der Entstehung der betreffenden Verbindung innerhalb eines Stromkreises dieselbe Stromenergie gewonnen werden; es muss sich mithin die electromotorische Kraft eines Elements aus der Polarisation der Verbindungen, die es bilden, berechnen lassen. Es muss z. B.:

$$p_{\text{ZnSO}_4} - p_{\text{CuSO}_4} = E$$

die electromotorische Kraft des Daniell'schen Elements geben. Ich habe für eine Reihe von Elementen, die sich durch Combination der untersuchten Salzlösungen herstellen lassen, die electromotorische Kraft bei 0° bestimmt. Die Resultate sind folgende.

Tabelle XIV.

Bezeichnung der Elemente	Electromotorische Kraft	
	gefunden	aus der Polarisation berechnet
Cu, CuSO ₄ Zn, ZnSO ₄	1,096 Volt	1,058 Volt
Cu, CuSO ₄ Cd, CdSO ₄	0,678 "	0,705 "
Ag ₂ , Ag ₂ (NO ₃) ₂ Cu, Cu(NO ₃) ₂	0,436 "	0,416 "
Ag ₂ , Ag ₂ (NO ₃) ₂ Pb, Pb(NO ₃) ₂	0,914 "	0,923 "
Cu, Cu(NO ₃) ₂ Pb, Pb(NO ₃) ₂	0,492 "	0,507 "
Cu, Cu(C ₂ H ₃ O ₂) ₂ Zn, Zn(C ₂ H ₃ O ₂) ₂	1,104 "	1,113 "
Cu, Cu(C ₂ H ₃ O ₂) ₂ Pb, Pb(C ₂ H ₃ O ₂) ₂	0,496 "	0,532 "
Pb, Pb(C ₂ H ₃ O ₂) ₂ Zn, Zn(C ₂ H ₃ O ₂) ₂	0,603 "	0,579 "

Vergleicht man die direct gefundenen Werthe mit den aus der Polarisation der betreffenden Lösungen berechneten, so ergibt sich in allen Fällen eine befriedigende Uebereinstimmung.

Aus den Werthen für die Polarisation lassen sich nun nach Gleichung (1):

$$W_s = a J p t - Q$$

die bei der Electrolyse der betreffenden Verbindungen auftretenden secundären Wärmeentwickelungen berechnen.

Die entsprechenden Werthe sind in der nachstehenden Tabelle zusammengestellt. W_p bezeichnet die von Favre¹⁾

1) Favre, Wiedemann, Electr. 2. p. 909.

bei der Electrolyse der betreffenden Verbindungen durch calorimetrische Versuche ermittelten Wärmeäquivalente für die der Polarisation entsprechende Stromarbeit.

Tabelle XV.

Substanz	$\alpha J p = W_p$ Calorien	W_p (nach Favre) Calorien	Q nach Thomsen Calorien	W_s Calorien
CuSO ₄	76,51	76,06	55,96	20,55
ZnSO ₄	125,14	132,98	106,09	19,05
CdSO ₄	108,96	108,94	89,88	19,08
Cu(C ₂ H ₃ O ₂) ₂	69,65	—	50,84	19,31
Zn(C ₂ H ₃ O ₂) ₂	120,95	—	100,71	20,24
Cu(NO ₃) ₂	75,41	75,54	52,41	23,00
Ag ₂ (NO ₃) ₂	56,23	—	16,78	39,45
Pb(NO ₃) ₂	98,78	—	68,07	30,71
Pb(C ₂ H ₃ O ₂) ₂	94,17	—	65,77	28,40
H ₂ SO ₄	110,07	109,48	68,36	41,71
Na ₂ SO ₄	144,27	—	„ „	75,91
K ₂ SO ₄	143,72	—	„ „	74,36

Bis auf den Werth für Zinksulfat ist die Uebereinstimmung zwischen den berechneten und den von Favre calorimetrisch ermittelten Werthen für W_p eine sehr gute.

Jedenfalls lehren diese Zahlen, dass unter allen Umständen:

$$W_p > Q$$

ist, dass also die Hypothese von F. Exner, derzufolge:

$$W_p = Q$$

sein müsste, mit der Erfahrung nicht übereinstimmt.

Es geht aus den erhaltenen Zahlen des weiteren hervor, dass die secundäre Wärmeentwicklung für die untersuchten Kupfer-, Zink- und Cadmiumsalze nahezu constant ist und im Mittel 20 Calorien beträgt. Die Abweichungen sind auf unvermeidliche Versuchsfehler zurückzuführen, denn es genügt ein Fehler von 0,007 Volt in der Bestimmung der Polarisation, um die grösste Abweichung von 3 Calorien, welche das Kupfernitrat zeigt, zu erklären.

Bemerkenswerth ist, dass die secundären Wärmeentwicklungen Multipla derselben Zahl sind, nämlich für:

$$\begin{array}{l}
 \text{Zink-} \\
 \text{Kupfer-} \\
 \text{Cadmium-} \\
 \text{Bleisalze} \\
 \text{Silbersalze} \\
 \text{Schwefelsäure}
 \end{array}
 \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \\ \\ \end{array} \right\}
 \begin{array}{l}
 \text{Salze} = 2 \times 10 \\
 \\ \\ = 3 \times 10 \\
 \\ = 4 \times 10
 \end{array}
 \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \\ \\ \end{array} \right\} \text{Calorien.}$$

Es muss ferner hervorgehoben werden, dass, worauf schon F. Exner hingewiesen hat, die Polarisirung in einer Lösung von Natriumsulfat und Kaliumsulfat grösser ist, als in verdünnter Schwefelsäure, obgleich das endgültige Resultat der Stromarbeit in allen drei Fällen dasselbe ist. Die in den Lösungen der Alkalisulfate auftretenden secundären Wärmeentwickelungen übersteigen die für die verdünnte Schwefelsäure gefundene um einen Werth, der mit den betreffenden Neutralisationswärmen sehr angenähert übereinstimmt. Es ist:

$$W_{S, Na_2SO_4} - W_{S, H_2SO_4} = 34,20 \text{ Calorien,}$$

$$W_{S, K_2SO_4} - W_{S, H_2SO_4} = 32,65 \quad ,,$$

während die betreffenden Neutralisationswärmen nach den Bestimmungen von Thomsen:

31,378, resp. 31,288 Calorien

betragen.

Was endlich die Aenderung der Polarisirung in den untersuchten Salzlösungen mit der Temperatur anbelangt, so ergaben einige diesbezügliche Versuche, wobei die Zersetzungszellen sich in einem durch Aetherdampf auf 34° C. erhitzten Luftbade befanden, folgende Resultate.

Kupfersulfat
($CuSO_4 + 200H_2O$).
Tabelle XVI.

tg ψ	tg ϑ	C Volt	p Volt
0,038 433	0,035 945	1,4884	1,538
0,038 681	0,036 007	„ „	1,545
0,038 930	0,036 193	„ „	1,547
0,039 178	0,036 256	„ „	1,554
		Mittel	1,546

Zinksulfat
($ZnSO_4 + 200H_2O$).
Tabelle XVII.

tg ψ	tg ϑ	C Volt	p Volt
0,049 750	0,027 293	1,4373	2,620
0,048 507	0,026 673	„ „	2,614
0,047 014	0,025 797	1,4368	2,619
0,047 575	0,026 047	„ „	2,624
		Mittel	2,614

Zinkacetat
 $[\text{Zn}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 + 200\text{H}_2\text{O}]$.

Tabelle XVIII.

tg ψ	tg ϑ	C Volt	p Volt
0,062 88	0,035 945	1,4388	2,517
0,063 13	0,036 070	" "	2,518
0,063 86	0,036 442	" "	2,504
0,064 13	0,036 567	" "	2,523
		Mittel	2,515

Silbernitrat
 $[\text{Ag}_2(\text{NO}_3)_2 + 200\text{H}_2\text{O}]$

Tabelle XX.

tg ψ	tg ϑ	C Volt	p Volt
0,023 305	0,029 162	1,4404	1,151
0,023 430	0,028 913	" "	1,167
0,023 305	0,028 789	" "	1,166
0,023 180	0,028 415	" "	1,175
		Mittel	1,165

Kupfernitrat
 $[\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 200\text{H}_2\text{O}]$.

Tabelle XIX.

0,039 552	0,037 437	1,4388	1,520
0,044 775	0,042 288	" "	1,523
0,043 408	0,040 671	" "	1,536
0,040 050	0,038 681	" "	1,525
		Mittel	1,526

Bleinitrat
 $[\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 200\text{H}_2\text{O}]$.

Tabelle XXI.

0,041 666	0,028 789	1,4396	2,088
0,041 293	0,028 789	" "	2,065
0,039 800	0,027 918	" "	2,052
0,039 676	0,027 916	" "	2,046
		Mittel	2,061

Bleiacetat $[\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 + 200\text{H}_2\text{O}]$.

Tabelle XXII.

tg ψ	tg ϑ	C Volt	p Volt
0,037 686	0,027 542	1,4404	1,971
0,037 562	0,027 293	" "	1,982
0,036 442	0,026 545	" "	1,977
0,036 442	0,026 421	" "	1,987
		Mittel	1,979

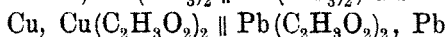
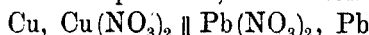
In der nachstehenden Tabelle sind die für die untersuchten Salze bei 0 und bei 34° erhaltenen Werthe zusammengestellt.

Tabelle XXIII.

Substanzen	p bei 0° Volt	p bei 34° Volt	$p_0 - p_{34}$ Volt
CuSO_4	1,660	1,546	0,114
ZnSO_4	2,715	2,614	0,100
$\text{Zn}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$	2,624	2,515	0,109
$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$	1,636	1,526	0,110
$\text{Ag}_2(\text{NO}_3)_2$	1,220	1,165	0,055
$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	2,143	2,061	0,082
$\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$	2,043	1,979	0,064

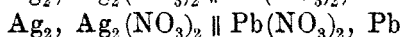
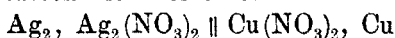
Vergleicht man die in Tabelle XXIII für $p_0 - p_{34}$ zusammengestellten Werthe untereinander, so ergibt sich, dass für die untersuchten Kupfer- und Zinksalze die Polarisation bei gleicher Temperaturerhöhung sehr angenähert um denselben Betrag fällt. Dieses Resultat war von vornherein zu erwarten. Denn da für die aus Kupfer- und Zinksalzen gebildeten Elemente die gesammte chemische Energie in Stromenergie übergeht — womit der gleiche Betrag der secundären Wärmeentwickelungen in vollem Einklange steht, so muss für diese Elemente nach dem bekannten Satze von v. Helmholtz die electromotorische Kraft von der Temperatur unabhängig sein, also muss auch die Polarisation für die betreffenden Salze bei gleicher Temperaturerhöhung um einen gleichen Betrag abnehmen.

Da für die beiden untersuchten Bleisalze die Abnahme der Polarisation bei gleicher Temperaturerhöhung eine geringere ist, wie für die Kupfersalze, so müssen die Elemente:



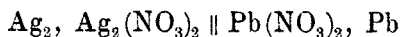
eine mit steigender Temperatur steigende electromotorische Kraft haben, was bekanntlich mit der Erfahrung übereinstimmt.

Endlich müssen die Elemente:



eine bei steigender Temperatur sehr stark abnehmende electromotorische Kraft haben, da die Abnahme der Polarisation bei steigender Temperatur für das Silbernitrat bedeutend geringer ist, als für die Lösungen von Blei- und Kupferniträt.

Es würde z. B. dem Elemente:



nach dem v. Helmholtz'schen Satze bei 34°C. die electromotorische Kraft: 0,889 Volt

zukommen, während sich aus den oben angeführten Werthen für die Polarisation bei derselben Temperatur der Werth:

$$0,896 \text{ Volt,}$$

also in sehr naher Uebereinstimmung mit der theoretisch ermittelten Zahl, ergibt.

Chem. Inst. der Univ. Graz, Mai 1886.