©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Bestimmung der Magnetisirungszahlen von Flüssigkeiten und deren Änderung mit der Temperatur

(II. Mittheilung)

Prof. Dr. **Gustav Jäger** und Dr. **Stefan Meyer.**

Aus dem physikalischen Institute der k. k. Universität in Wien.

Mit 30 Textfiguren.)

In unserer ersten Mittheilung[1] brachten wir eine neue Methode zur Bestimmung der Magnetisirungszahl $\varkappa$ von Flüssigkeiten und veröffentlichten gleichzeitig die von uns an Wasser und Eisenchloridlösungen erhaltenen Resultate. Im Folgenden wollen wir nun unsere weiteren Untersuchungen bekanntgeben, welche sich auf Lösungen der Chloride, Sulfate und Nitrate von Eisen, Mangan, Cobalt und Nickel erstrecken.

A. Eisensalze.

a) **Eisensulfat.**

Wie in der früheren Mittheilung, enthalten auch hier die Tabellen die Angaben der Temperatur T, der Feldstärke M und der Magnetisirungszahl $\varkappa$, nebst dem Procentgehalt, dem specifischen Gewicht (γ) bei 17°5 Celsius und der Anzahl der im Liter gelösten Gramm-Moleküle (g. m.).

Da sich bei einer wässerigen Lösung von Ferrosulfat freie Säure bildet, suchten wir einer derartigen Zersetzung von vornherein dadurch zu begegnen, dass wir die abgewogene Menge

---

[1] Diese Sitzungsber., 106. Bd., S. 594.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

des reinen krystallisirten Salzes von der Formel $FeSO_4 + 7H_2O$ anstatt in reinem, in angesäuertem (4·06% Schwefelsäure) Wasser lösten. Überdies wurde der Eisengehalt der Lösung auf chemisch-analytischem Wege bestimmt. Das angeführte specifische Gewicht ist das der so gewonnenen Lösung.

Jede der in den folgenden Tabellen angeführten Zahlen ist der Mittelwerth einer Reihe von vier bis sechs Messungen.

Lösung 1.

Proc. = 13·07% ($FeSO_4$),
$\gamma_{17\cdot5}$ = 1·190,
g. m. = 1·09.

Mittel	T	$M^2.10^{-6}$	$\varkappa.10^6$	Mittel
2°3	2°0	109	14·00	14°24
	2·0	158	14·44	
	2·8	233	14·38	
	2·3	305	14·15	
43·9	43·4	108	12·38	12·57
	43·8	156	12·76	
	43·8	232	12·66	
	44·2	235	12·63	
	44·1	306	12·44	
80·3	79·1	109	11·35	11·38
	80·6	156	11·39	
	81·0	232	11·44	
	80·4	303	11·35	

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Lösung 2.

Proc. = 11·64% ($FeSO_4$).
$\gamma_{17\cdot5}$ = 1 150,
g. m. = 0·88.

Mittel	T	$M^2.10^{-6}$	$\varkappa.10^6$	Mittel
3°2	3°5	107	10·28	10·43
	2·9	156	10·60	
	3·9	232	10·56	
	2·3	304	10·28	
15·0	15·0	109	9·74	10·04
	15·0	157	10·03	
	15·0	231	10·07	
	15·0	304	10·13	
54·0	57·6	106	8·62	8·93
	52·0	155	9·00	
		231	9·12	
	53·8	303	8·98	
80·8	80·9	106	8·17	8·34
	80·9	154	8 39	
	81·2	230	8·45	
	80·1	302	8·34	

Lösung 3.

Proc. = 7·26% ($FeSO_4$),
$\gamma_{17\cdot5}$ = 1 101,
g. m. = 0·53.

Mittel	T	$M^2.10^{-6}$	$\varkappa.10^6$	Mittel
2°4	3°0	107	5·54	6·08
	2·1	155	6·44	
	2·6	228	6·09	
	2·0	302	6·27	

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Mittel	T	$M^2 . 10^{-6}$	$\varkappa . 10^6$	Mittel
44°2	43·9	107	4·61	5·28
	44·0	156	5·45	
	44·5	229	5·67	
	44·2	301·5	5·39	
80·1	80·4	105	4·09	4·60
	79·7	154	4·70	
	81·8	228	4·96	
	81·0	298	4·63	

Lösung 4.

Proc. = 4·03% ($FeSO_4$),
$\gamma_{17\cdot5}$ = 1·067,
g. m. = 0·28.

Mittel	T	$M^2 . 10^{-6}$	$\varkappa . 10^6$	Mittel
2°9		108	2·61	2·66
	2·8	156	2·42	
	3·0	232	2·76	
	3·2	302	2·86	
44·8	43·4	106	2·44	2·38
	44·4	155	2 31	
	44·0	231	2·43	
	46·6	301	2·36	
81·1	81 0	106	2·01	2·14
	81·5	154	2·14	
	80·5	229	2·27	
	81·5	301	2·12	

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Aus diesen Tabellen geht hervor, dass die Magnetisirungszahl von der Feldstärke unabhängig ist; hingegen haben wir,

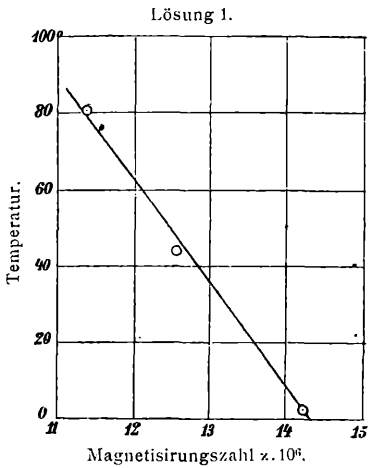

Fig. 1.

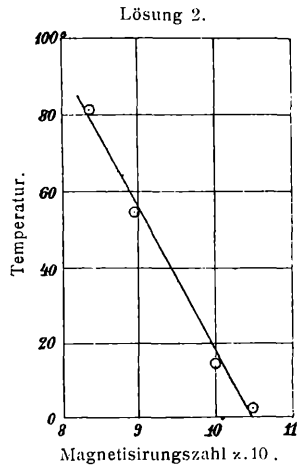

Fig. 2.

wie immer, eine regelmässige Abnahme derselben mit der Temperatur zu verzeichnen, wie am deutlichsten aus den graphi-

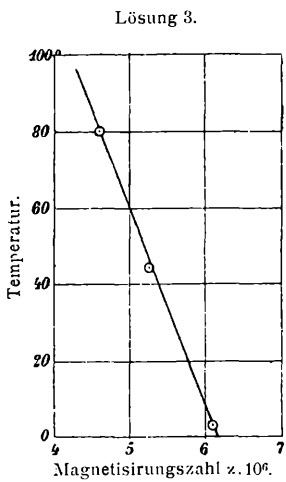

Fig. 3.

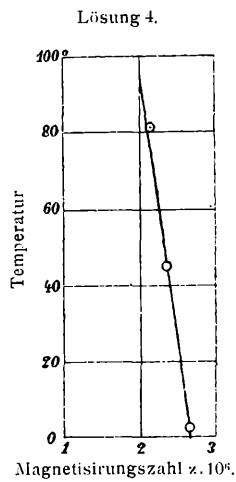

Fig. 4.

schen Darstellungen Fig. 1—4 hervorgeht, die der Reihenfolge auch zu den Lösungen 1—4 gehören.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Die graphische Methode ergibt für die Formel $\varkappa = \varkappa_0 (1 + \varepsilon t)$ die folgenden Temperaturcoëfficienten

$$\varepsilon_1 = -0 \cdot 00258$$
$$\varepsilon_2 = -0 \cdot 00251$$
$$\varepsilon_3 = -0 \cdot 00315$$
$$\varepsilon_4 = -0 \cdot 00278.$$

Bezüglich der Abhängigkeit des $\varkappa$ von der Concentration ist zu erwähnen, dass es in linearem Verhältniss zu dem in der Volumeinheit enthaltenen Moleculargehalt steht.

b) Eisennitrat.

Für diese, sowie die folgenden Lösungen, ausgenommen diejenigen des Cobalt- und Nickelsulfates, wurde das specifische Gewicht bei der angefügten Temperatur bestimmt und danach aus den Tabellen von Landolt und Börnstein der Procentgehalt entnommen.

Lösung 1.

Proc. = 34·6% $Fe_2(NO_3)_6$,
$\gamma_{17 \cdot 5}$ = 1·314,
g. m. = 0·94.

Mittel	T	$M^2 . 10^{-6}$	$\varkappa . 10^6$	Mittel
3°2	2°3	108	21·07	21·28
	3·5	156	21·42	
	3·7	230	21·41	
	3 2	303	21·21	
44·9	45·2	107	18·32	18·70
	44·4	156	19·07	
	44 8	231	18·85	
	45·4	302	18·57	
83·3	83·2	106	16·12	16·46
	83·2	154	16·70	
	82·0	229	16·86	
	84·8	302	16·17	

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Lösung 2.

Proc. = 20·04% $Fe_2(NO_3)_6$,
$\gamma_{17\cdot5}$ = 1·162,
g. m. = 0·48.

Mittel	T	$M^2 . 10^{-6}$	$\varkappa . 10^6$	Mittel
2°0	1°8	106	10·29	10·47
	2·2	152	10·67	
	2·2	228	10·59	
	1·6	303	10·33	
44·3	44·3	107	9·22	9·14
	44·4	155	9 27	
	44·5	231	9·16	
	44·2	304	8·92	
83·7	82·8	108	8·06	8·02
	83·3	155	8·09	
	84·0	232	8·10	
	83·7	305	7·83	

Aus diesen Tabellen gewannen wir die folgenden Diagramme (Fig. 5 und 6).

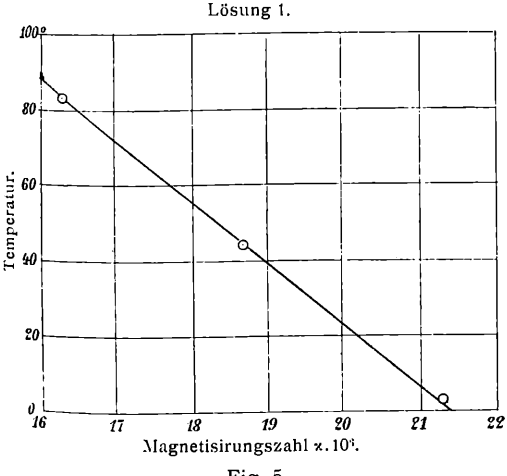

Fig. 5.

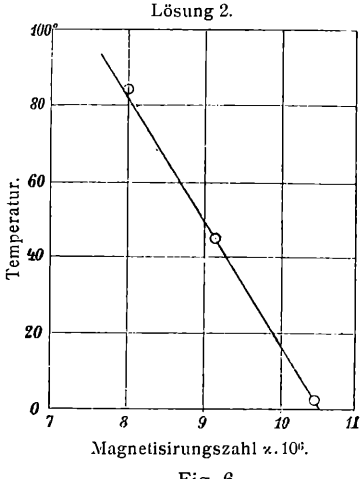

Fig. 6.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Daraus ergeben sich die Temperaturcoëfficienten

$$\varepsilon_1 = -0 \cdot 00290$$
$$\varepsilon_2 = -0 \cdot 00287$$

Die Abhängigkeit der Magnetisirungszahl vom Salzgehalt für sämmtliche untersuchten Eisensalze ergibt ein interessantes

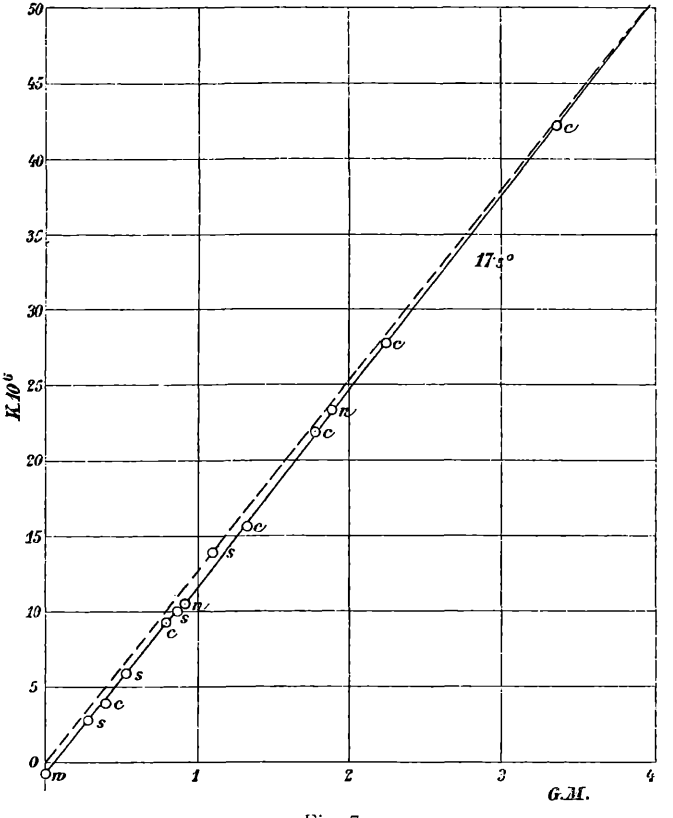

Fig. 7.

Resultat, wenn man den Gehalt durch die Zahl der im Liter gelösten Gramm-Moleküle darstellt. Es zeigt sich aufs Deutlichste, wie man am besten aus der Fig. 7 ersieht, dass das $\varkappa$ ausschliesslich vom Eisengehalt bestimmt wird.

In der Zeichnung bedeuten die mit *c*, *s* und *n* benannten Punkte entsprechend das Chlorid, Sulfat und Nitrat, *w* die

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Magnetisirungszahl des reinen Wassers. Die angegebenen Concentrationen beziehen sich auf gleiche Eisenmengen, so dass für das Nitrat die Formel $\frac{1}{2} Fe_2(NO_3)_6$ eingeführt wurde. — Sämmtliche Angaben gehören zu einer Temperatur von 17°5 Celsius.

Eine unerhebliche Abweichung von der Geraden zeigt nur unsere concentrirteste Eisensulfatlösung, was seine Ursache jedoch lediglich in einer fehlerhaften Bestimmung des Procentgehaltes haben dürfte.

Aus diesem Ergebnisse ist zu schliessen, dass die Säurereste entweder alle gleich grossen Einfluss nehmen, oder, wie wir anzunehmen geneigt sind, ihre Einwirkung überhaupt ausser Spiel fällt.

Da mit wachsendem Salzgehalte das in der Volumeinheit enthaltene Wasser abnimmt, so kann man nicht, wie es bisher geschehen ist, die Magnetisirungszahl einfach auf die Art in zwei Componenten zerlegen, dass man als die eine das $\varkappa$ des reinen Wassers annimmt und den Rest der gelösten Substanz zuschreibt, sondern der absolute Antheil des Wassers wird umso geringer, je concentrirter die Lösung ist. Es dürfte daher diesem Umstande am besten dadurch Rechnung getragen werden, dass man die Salzcomponente als eine Gerade auffasst (in der Figur 7 durch eine gestrichelte Linie angedeutet), welche von 0 ausgehend, sich der Curve der Lösung mit wachsender Concentration nähern muss und beim wasserfreien Salz sie schneiden würde.

Wir können also von einem Atommagnetismus des Eisens sprechen, welcher seiner Grösse nach mit der trigonometrischen Tangente der in Fig. 7 enthaltenen gestrichelten Geraden zusammenfällt, somit in absoluten Einheiten den Werth $12{\cdot}5 . 10^{-6}$ hat. —

B. Mangansalze.

a) Manganochlorid.

Da sich nach den vorhergegangenen Messungen erwarten liess, dass allgemein $\varkappa$ von der Feldstärke unabhängig sei,

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

haben wir uns im Folgenden in der Regel damit begnügt, bei zwei Feldintensitäten zu beobachten.

Lösung 1.

Proc. = 33·1% $MnCl_2$,
γ_{15} = 1·346,
g. m. = 3·55.

T	$M^2.10^{-6}$	$\varkappa.10^6$
1°5	106	54·69
15·0	105	52·40
55·7	104	46·64
86·2	106	43 08

Lösung 2.

Proc. = 23·1% $MnCl_2$,
γ_{15} = 1·224,
g. m. = 2·25.

Mittel	T	$M^2.10^{-6}$	$\varkappa.10^6$	Mittel
2°3	2°0	106	33·74	34·13
	2·6	155	34·52	
48·8	48·8	107	29·35	29·85
	48·8	155	30·35	
85·5	85·8	107	26·83	26·94
	85·2	155	27·04	

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Lösung 3.

Proc. = 12·24% $MnCl_2$,
γ_{15} = 1·112,
g. m. = 1·08.

Mittel	T	$M^2 . 10^{-6}$	$\varkappa . 10^6$	Mittel
2°3	2°2	105	16·35	16·54
	2·3	153·5	16·73	
50·2	50·2	105	14·43	14·44
	50·1	154	14·45	
82·0	81·8	105	12·89	13·09
	82·1	154	13·29	

Zu obigen Tabellen gehören folgende, den Gang des $\varkappa$ mit der Temperatur enthaltende Figuren (Fig. 8—10).

Lösung 1.

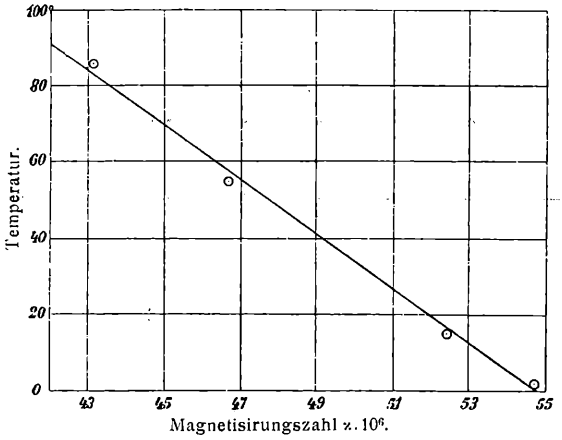

Fig. 8.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

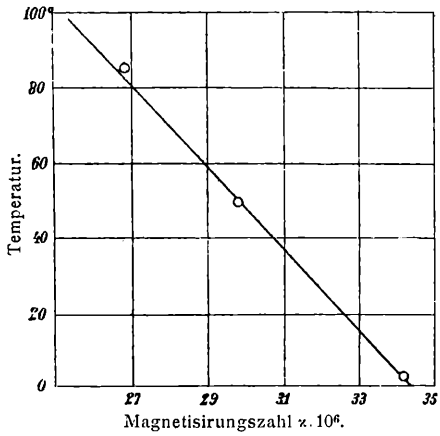

Fig. 9.

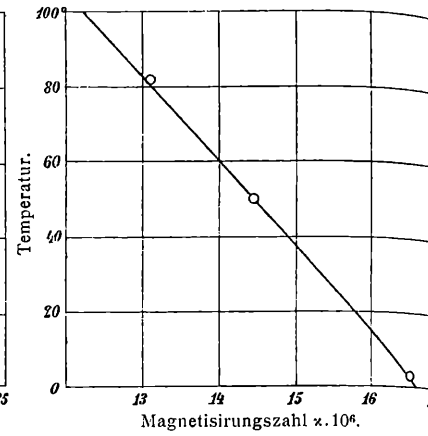

Fig. 10.

Aus diesen Zeichnungen ergeben sich die Temperaturcoëfficienten

$$\varepsilon_1 = -0\cdot00260$$
$$\varepsilon_2 = -0\cdot00259$$
$$\varepsilon_3 = -0\cdot00263.$$

b) **Manganosulfat.**

Lösung 1.

$$\text{Proc.} = 23\cdot9\,\%\ MnSO_4,$$
$$\gamma_{15} = 1\cdot272,$$
$$\text{g. m.} = 2\cdot01.$$

Mittel	T	$M^2.10^{-6}$	ϰ.10⁶	Mittel
2°0	2°3 1·8	142 232·5	30·78 30·86	30·82
18·0	18·0 18·0	141 230	29·00 29·14	29·07
54·5	53·2 55 9	142 232·5	26·73 26·27	26·50
82·0	82·1 81·8	142 232·5	24·38 24·59	24·49

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Lösung 2.

Proc. = 13·23% $MnSO_4$,
γ_{15} = 1 134,
g. m. = 1·00.

Mittel	T	$M^2 . 10^{-6}$	$\varkappa . 10^6$	Mittel
2°9	2°9	155	14·99	14·91
	2·8	302	14·83	
45·6	46·4	155	13·19	13·13
	44·9	302	13·07	
83·2	82·8	156	12·14	11·87
	83·5	303	11·60	

Die graphische Darstellung der Abhängigkeit des $\varkappa$ von der Temperatur ist in den Figuren (Fig. 11 und 12) wiedergegeben.

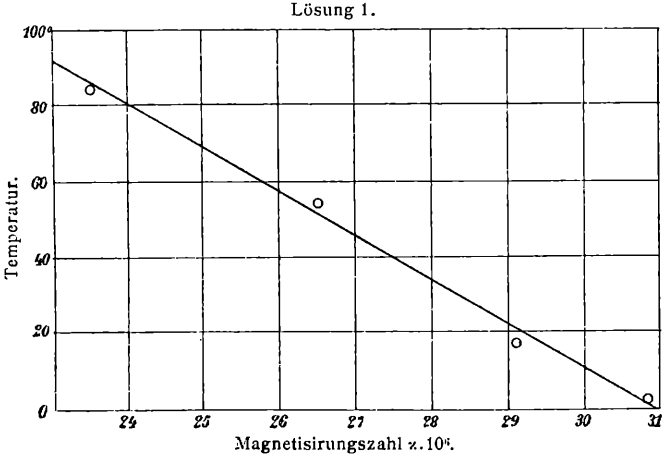

Fig. 11.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Lösung 2.

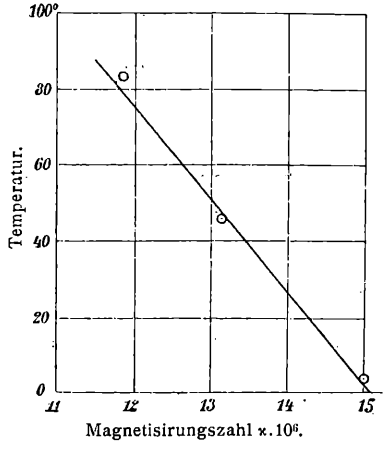

Fig. 12.

Die daraus resultirenden Temperaturcoëfficienten sind

$$\varepsilon_1 = -0 \cdot 00281$$
$$\varepsilon_2 = -0 \cdot 00266.$$

c) Manganonitrat.

Lösung 1.

Proc. = 23·35% $Mn(NO_3)_2$.
γ_{15} = 1·206,
g. m. = 1·58.

Mittel	T	$M^2 . 10^{-6}$	$\varkappa . 10^6$	Mittel
2°9	2°5	156	23·70	23·27
	3·0	303	22·83	
18·6	18·6	156	22·25	22·08
	18·6	303	21·92	
55·5	53·8	156	20·11	19·71
	57·0	303	19·30	
81·9	81·1	155	18·11	17·94
	82·7	302	17·76	

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Lösung 2.

Proc. = 12·37% $Mn(NO_3)_2$,
γ_{15} = 1·106.
g. m. = 0·77

Mittel	T	$M^2 . 10^{-6}$	$\varkappa . 10^6$	Mittel
3°3	3°3	154	11·48	11·38
	3·3	302	11·27	
46·9	47·4	154	9·64	9·69
	46·4	301·5	9·74	
82·2	83·1	154	8·68	8·66
	81·2	301	8·63	

Diesen Tabellen entsprechen die Temperaturcurven Fig. 13 und 14.

Lösung 1.

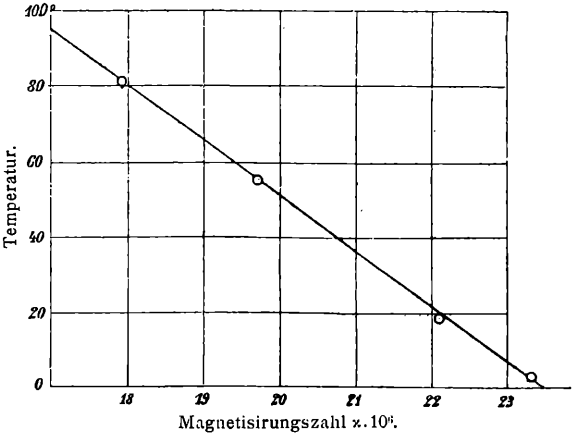

Fig. 13.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Lösung 2.

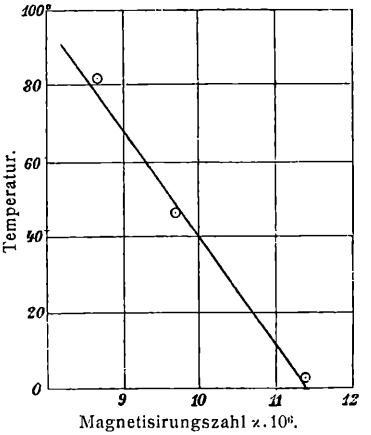

Fig. 14.

Aus den Geraden der Figuren erhält man die Temperaturcoëfficienten

$$\varepsilon_1 = -0 \cdot 00287$$
$$= -0 \cdot 00311.$$

Auch die Mangansalze zeigen ein den Eisensalzen ganz analoges Verhalten. Es ist wiederum der Mangangehalt ausschliesslich bestimmend für die Grösse der Magnetisirungszahlen, wie aufs Beste aus der beigegebenen Zeichnung (Fig. 15) hervorgeht, die ganz nach Art und Weise der Figur 7 hergestellt ist.

Die — man möchte sagen — mathematische Gerade, welche die Werthe des $\varkappa$ für die verschiedenen Concentrationen der einzelnen Salze verbindet, findet auch hier im reinen Wasser ihren gesetzmässigen Anfang. Die zugehörige gestrichelte Gerade des Magnetismus der Salzcomponente liefert für den Atommagnetismus des Mangan den Werth $15 \cdot 0 . 10^{-6}$ absolute Einheiten.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

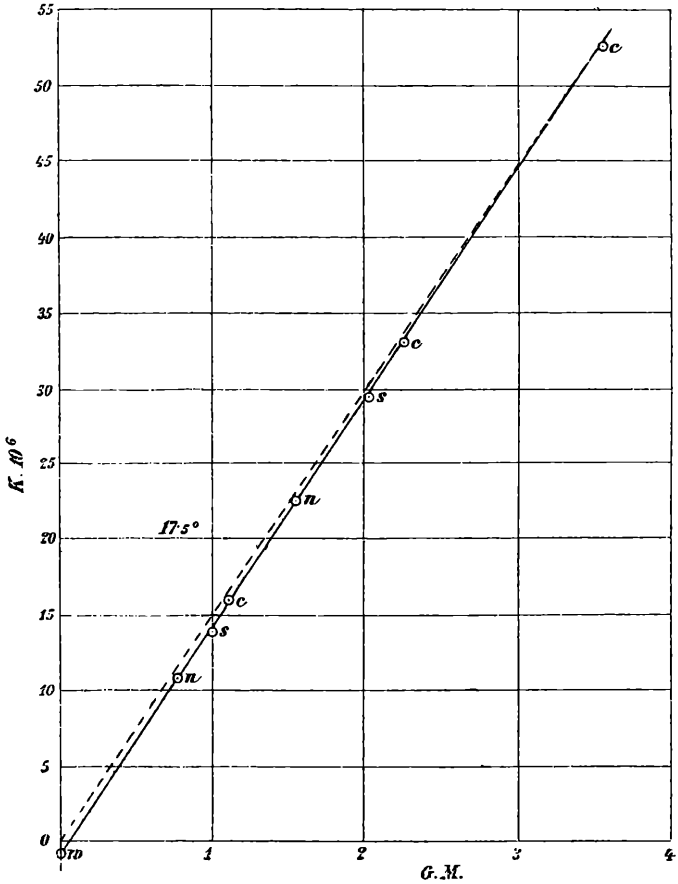

Fig. 15.

C. Cobaltsalze.

a) **Cobaltchlorür.**

Lösung 1.

Proc. = 21·0% $CoCl_2$,

$\gamma_{17\cdot5}$ = 1·239,

g. m. = 2·02.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Mittel	T	$M^2.10^{-6}$	$\varkappa.10^6$	Mittel
2°3	2°3	302·5	21·57	21·57
14·5	14·5	302	20·76	20·76
51·6	50·5	157	19·12	18·89
	52·8	303	18·66	
83·0	83·7	156	17·55	17·48
	82·2	307	17·41	

Lösung 2.

Proc. = 12·17% $CoCl_2$,
$\gamma_{17\cdot5}$ = 1 125,
g. m. = 1·06.

Mittel	T	$M^2.10^{-6}$	$\varkappa.10^6$	Mittel
1°9	2°0	156	11·16	10·85
	1·7	303	10·54	
16·5	16·5	155	10·52	10·32
	16·5	301·5	10·12	
53·2	52·3	155	9·64	9·37
	54·0	303	9·09	
80·8	81·3	156	8·50	8·45
	80·3	302·3	8·41	

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Fig. 16 und 17 zeigen die Temperaturcurven.

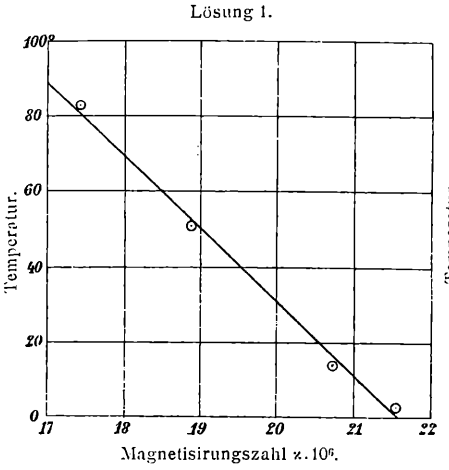

Fig. 16.

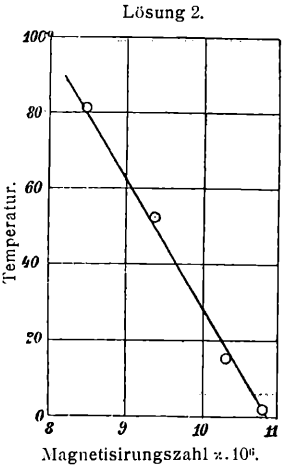

Fig. 17.

Die Geraden der Zeichnungen ergeben die Temperaturcoëfficienten

$$\varepsilon_1 = -0 \cdot 00238$$
$$= -0 \cdot 00281.$$

b) **Cobaltsulfat.**

Der Procentgehalt dieses Salzes wurde von Herrn Dr. Robert Clauser auf chemisch-analytischem Wege bestimmt und danken wir demselben an dieser Stelle für die Liebenswürdigkeit, mit der er sich dieser Arbeit unterzog.

Lösung 1.

$$\text{Proc.} = 22 \cdot 02\,\%\ CoSO_4,$$
$$\gamma_{15} = 1 \cdot 225,$$
$$\text{g. m.} = 1 \cdot 75.$$

Mittel	T	$M^2.10^{-6}$	$\varkappa.10^6$	Mittel
	2°3	155	15·74	15 65
	2·1	302	15·56	
16·5	16·5	156·5	15·18	14·98
	16·5	303	14·78	

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Mittel	T	$M^2.10^{-6}$	$\varkappa.10^6$	Mittel
55°5	54·1 56·8	155·5 303	13·63 13·50	13·56
82·7	81·4 84·0	155 301·5	12 63 12·39	12·51

Lösung 2.

Proc. = 14·15% $CoSO_4$,
γ_{15} = 1·129,
g. m. = 1·03.

Mittel	T	$M^2.10^{-6}$	$\varkappa.10^6$	Mittel
3°1	3°0 3·2	153·5 302	8·39 8·43	8·41
47·5	47·1 48·0	155 302	7·59 7·17	7·38
87·8	88·0 87·6	155·5 303	6·69 6·66	6·68

Die Temperaturcurven sind aus Fig. 18 und 19 ersichtlich.

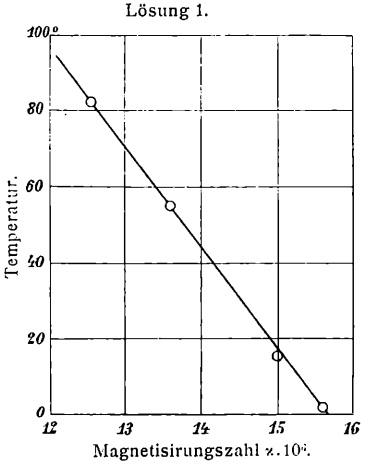

Fig. 18.

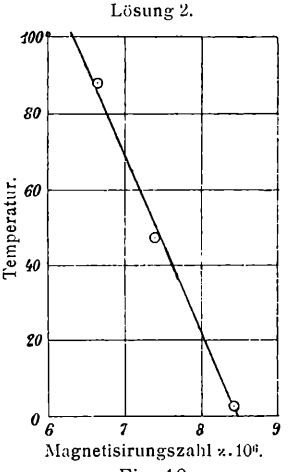

Fig 19.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Wir gewinnen aus obiger Darstellung die Temperaturcoëfficienten

$$\varepsilon_1 = -0 \cdot 00247$$
$$\varepsilon_2 = -0 \cdot 00250.$$

c) Cobaltnitrat.

Lösung 1.

Proc. = 28·5% $Co(NO_3)_2$,
$\gamma_{17 \cdot 5}$ = 1·299,
g. m. = 2·03.

Mittel	T	$M^2 . 10^{-6}$	$\varkappa . 10^6$	Mittel
2°3	2°3 2·2	155 302·5	21·33 21·10	21·22
14·0	14·0 14·0	155 301	19·96 20·30	20·13
49·3	48·8 49·8	153·5 300	18·85 18·25	18·55
80·8	81·2 80 4	155 303	17·07 16·71	16·89

Lösung 2.

Proc. = 15·9% $Co(NO_3)_2$,
$\gamma_{17 \cdot 5}$ = 1 148,
g. m. = 1·00.

Mittel	T	$M^2 . 10^{-6}$	$\varkappa . 10^6$	Mittel
1°9	2°1 1·7	154 303	10·27 9·96	10·12
14·5	14·0 15·0	156 302	9·43 9·47	9·45
53 8	53·5 54·1	156 303	8·55 8·35	8·45
81·8	81·8 81·7	155 300	7·72 7·76	7·74

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Der Gang des $\varkappa$ mit der Temperatur ist in den Fig. 20 und 21 dargestellt.

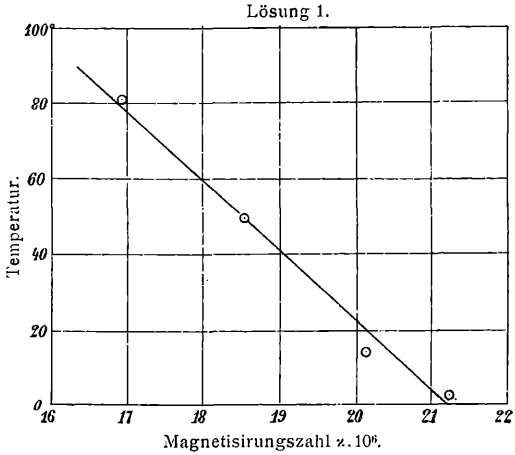

Fig. 20.

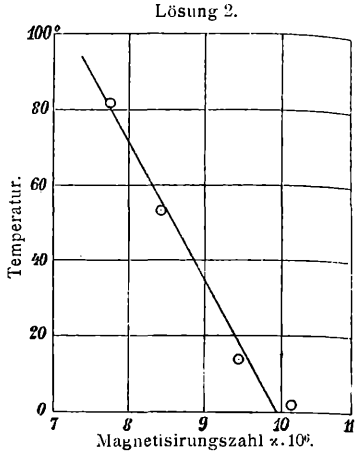

Fig. 21.

Die Temperaturcoëfficienten der Cobaltnitrat-Lösungen sind demnach

$$\varepsilon_1 = -0 \cdot 00254$$
$$\varepsilon_2 = -0 \cdot 00251.$$

Die folgende Figur 22 gibt eine Zusammenstellung der $\varkappa$ der Cobaltsalze nach ihrem Moleculargehalt und es zeigt sich

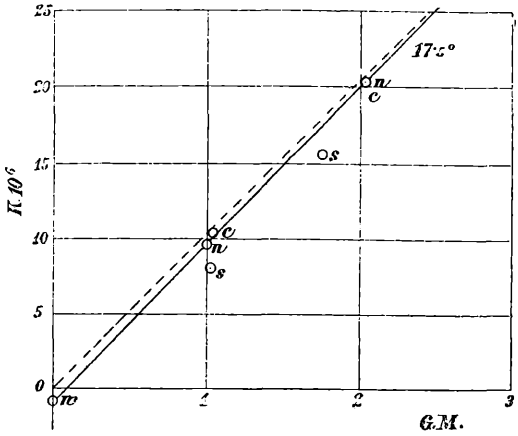

Fig. 22.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

wieder, dass lediglich die Cobaltmenge die Grösse der Susceptibilität bestimmt. Die Abweichung des Sulfates dürfte in der Art der Gehaltsbestimmung zu suchen sein. Diese konnte nämlich erst vorgenommen werden, nachdem die Lösungen mehrere Wochen stehen geblieben waren, was leicht eine Änderung der Concentration zur Folge haben konnte.

Der Atommagnetismus ist wieder durch die gestrichelte Gerade angedeutet und ergibt für Cobalt den absoluten Werth $10 \cdot 0 . 10^{-6}$.

D. Nickelsalze.

a) Nickelchlorür.

Lösung 1.

Proc. = $20 \cdot 23\%$ $NiCl_2$,
$\gamma_{17 \cdot 5}$ = $1 \cdot 259$,
g. m. = $1 \cdot 97$

Mittel	T	$M^2 . 10^{-6}$	$\varkappa . 10^6$	Mittel
2?3		158	9·77	9·73
	2·0	306	9·68	
14·3	14·3	158	9·47	9·44
	14·3	306	9·40	
54·2	54·0	157	8·60	8·50
	54·4	305	8·41	
79·9	79·8	156	7·80	7·76
	80·0	303	7·71	

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Lösung 2.

Proc. = 12·27% $NiCl_2$,
$\gamma_{17\cdot5}$ = 1 132,
g. m. = 1·07.

Mittel	T	$M^2 . 10^{-6}$	$\varkappa . 10^6$	Mittel
2°0	2°0	156	4·59	4·57
	1·9	303·5	4·54	
46·0	45·6	157	3·95	3·94
	46·5	304	3·93	
81·0	80·7	156	3·64	3·59
	81·2	303	3·55	

Die Geraden der Figuren 23 und 24 geben wiederum den Gang des $\varkappa$ mit der Temperatur an.

Lösung 1.

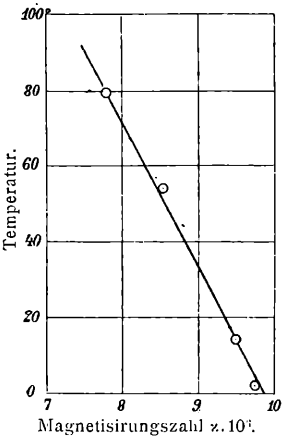

Fig. 23.

Lösung 2.

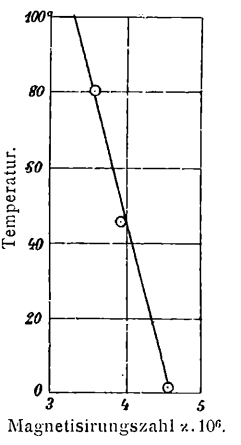

Fig. 24.

Aus diesen graphischen Darstellungen erhält man die Temperaturcoëfficienten

$$\varepsilon_1 = -0\cdot00272$$
$$\varepsilon_2 = -0\ 00272.$$

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

b) Nickelsulfat.

Die Gehaltsbestimmung dieser zwei Lösungen verdanken wir, wie die der Cobaltsulfat-Lösungen, der Freundlichkeit des Herrn Dr. Robert Clauser.

Lösung 1.

Proc. = 23·8% $NiSO_4$,
γ_{15} = 1·249,
g. m. = 1·92.

Mittel	T	$M^2.10^{-6}$	$\varkappa.10^6$	Mittel
	1°7	156	7·33	7·12
	2·6	301	6·91	
14·5	14·5	156	7·02	6·91
	14·5	302 5	6·79	
54·5	52·9	154	6·16	6·15
	56·1	301	6·15	
81·9	81·5	153·5	5·54	5·54
	82·2	299·5	5·54	

Lösung 2.

Proc. = 13·75% $NiSO_4$,
γ_{15} = 1·129,
g. m. = 1·00.

T	$M^2.10^{-6}$	10^6
	303	3·20
15·3	305	2·96
	303·5	
82·2	304	2·40

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Anschliessend sind in den Figuren 25 und 26 die Temperaturcurven wiedergegeben.

Lösung 1.

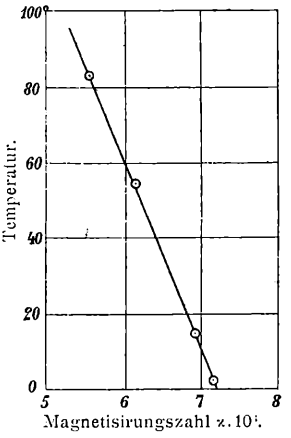

Fig. 25.

Lösung 2.

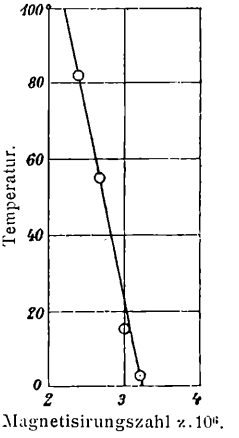

Fig. 26.

Daraus berechnen sich die Temperaturcoëfficienten

$$\varepsilon_1 = -0 \cdot 00278$$
$$\varepsilon_2 = -0 \cdot 00305.$$

c) Nickelnitrat.

Lösung 1.

$$\text{Proc.} = 32 \cdot 6\,\%\ Ni(NO_3)_2,$$
$$\gamma_{17 \cdot 5} = 1 \cdot 355,$$
$$\text{g. m.} = 2 \cdot 47$$

Mittel	T	$M^2 . 10^{-6}$	$\varkappa . 10^6$	Mittel
2°1	2°1	155	10·99	10·94
	2·1	301	10·88	
13·5	13·5	157	10·54	10·59
	13·5	303	10·65	
51·6	51·1	153	9·78	9·60
	52·1	300	9·43	
82·0	82·2	154	8·87	8·90
	81·7	301	8·92	

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Lösung 2.

Proc. = 18·0% $Ni(NO_3)_2$.
$\gamma_{17\cdot5}$ = 1·171,
g. m. = 1·21.

Mittel	T	$M^2 . 10^{-6}$	$\varkappa . 10^6$	Mittel
2°6	2°3	155	4·90	4·78
	2·9	301	4·66	
15·4	15·4	154	4·66	4·59
	15·4	301	4·53	
55·9	56 2	156	3·99	3·97
	55·6	303	3·94	
80·4	80·1	155	3·58	3·62
	80·7	302	3·67	

Die Abhängigkeit des $\varkappa$ von der Temperatur ist in den Figuren 27 und 28 dargestellt.

Lösung 1.

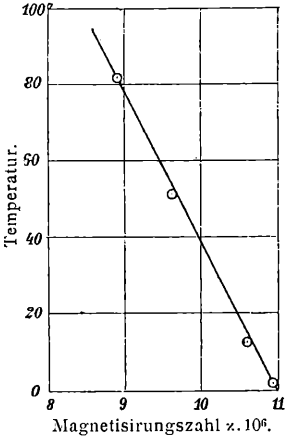

Fig. 27.

Lösung 2.

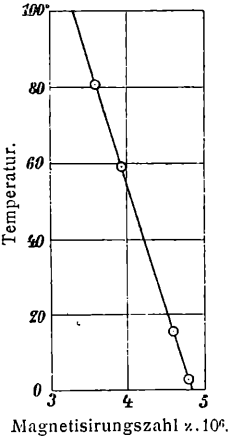

Fig. 28.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Aus den graphischen Darstellungen ergeben sich die Temperaturcoëfficienten

$$\varepsilon_1 = -0 \cdot 00233$$
$$\varepsilon_2 = -0 \cdot 00322.$$

In Fig. 29 haben wir die Magnetisirungszahl $\varkappa$ in ihrer Abhängigkeit vom Moleculargehalt dargestellt. Hier zeigt sich nicht mehr die schöne Gerade, welche wir für die anderen Metalle erhielten; allerdings ist für den Sulfatwerth dasselbe zu sagen, wie beim Cobalt (S. 645). Nickel ist das schwächste

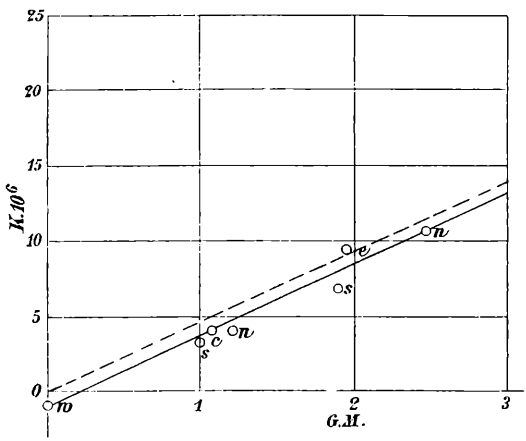

Fig. 29.

der von uns untersuchten Metalle, wesshalb nicht ausgeschlossen ist, dass neben dem Metallgehalt auch die jeweilige Säure hier bereits auf die Magnetisirungszahl mitbestimmend wirkt.

Nichtsdestoweniger sind die Abweichungen nicht derartig, dass wir auf eine lineare Darstellung der Abhängigkeit von $\varkappa$ vom Nickelgehalt verzichten müssten.

Der aus der gestrichelten Geraden entnommene Atommagnetismus des Nickel beträgt $4 \cdot 95 . 10^{-6}$ (C. G. S.).

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Während man aus den Messungen, die vor uns angestellt wurden, noch nicht mit Sicherheit die Berechtigung des Atommagnetismus behaupten kann,[1] geht aus unserem bei Weitem genaueren Beobachtungsmaterial aufs Deutlichste hervor, dass bei den von uns bisher untersuchten stark magnetischen Salzen die metallischen Bestandtheile thatsächlich für die Grösse der Magnetisirungszahl allein massgebend sind und dass die Art der Bindung im Molekül, sei es mit verschiedenen Säureresten oder in verschiedener Werthigkeit, vollständig belanglos ist; haben wir doch für alle Metalle keinen diesbezüglichen Unterschied zwischen den Chloriden, Sulfaten und Nitraten finden können, noch zwischen dem zweiwerthigen Eisen im Ferrosulfat und dem dreiwerthigen im Nitrat und Chlorid.

Eine merkwürdige Reihenfolge im Atommagnetismus ergibt die Figur 30, in welcher die Abhängigkeit desselben vom Moleculargehalt an Metall bei 17°5 wiedergegeben ist.

Die absoluten Werthe für $\varkappa . 10^6$ sind nämlich für

Nickel	$.4 \cdot 95 = 2.2 \cdot 5$ (C. G. S.)
Cobalt	$10 \cdot 0 = 4.2 \cdot 5$ (C. G. S.)
Eisen.	$12 \cdot 5 = 5.2 \cdot 5$ (C. G. S.)
Mangan.	$.15 \cdot 0 = 6.2 \cdot 5$ (C. G. S.)

Es verhalten sich also die Atommagnetismen von Nickel, Cobalt, Eisen und Mangan genau wie 2 4 5 6. Diese in die Augen springende Gesetzmässigkeit legt den Schluss nahe, dass sich auch noch Metalle finden, welche die natürliche Zahlenreihe ergänzen. In der That zeigt ein Vergleich unserer Messungen mit denen Quincke's, dass sich das Chrom zwischen Nickel und Cobalt einfügt. Quincke's Zahlen sind nach besonderem Maasse für die einzelnen Metalle im Folgenden gegeben.

			Grösster Werth $\times \frac{2}{3}$
Mangan	7 8 bis	9·1	6·0
Eisen	6·1	8·2	5·4
Cobalt.	5·7	6·1	4·0
Chrom.	2·7	4·1	2·8
Nickel.	2·5	2·9	2·0

[1] Vergl. Winkelmann, Handb. d. Phys., III, 2, p. 212.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Es ist eine erfreuliche Thatsache, dass trotz der weiten Grenzen, innerhalb welcher die Quincke'schen Atommagnetismen liegen, sie zu unseren Zahlen in gut übereinstimmendem Verhältnisse stehen.

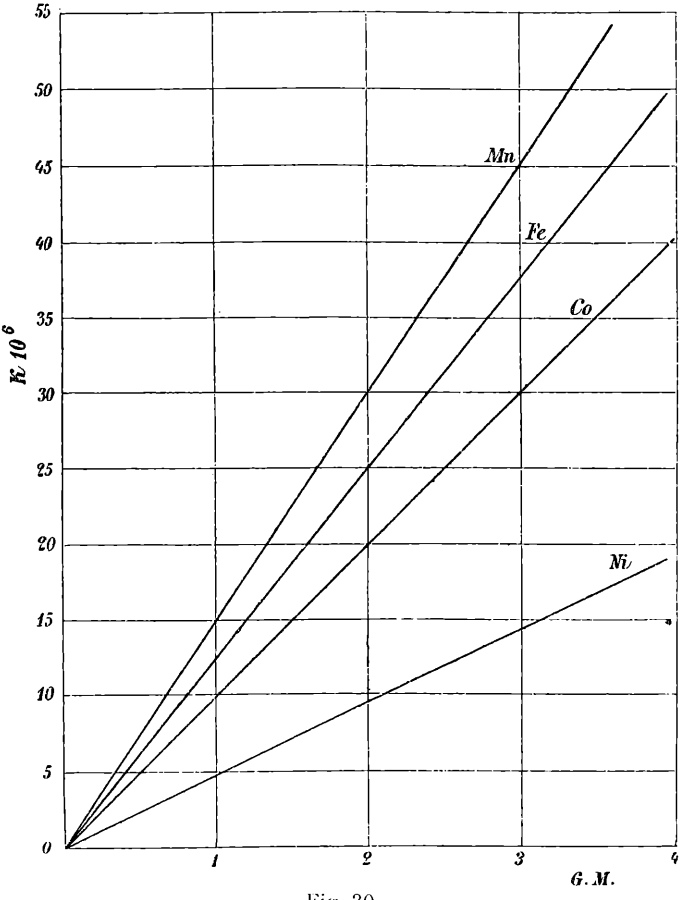

Fig. 30.

Ganz besonders gut stimmt aber unser Ergebnis mit der von G. Wiedemann aus seinen relativen Zahlen abgeleiteten einfachen Beziehung überein, wonach die Atommagnetismen der vier genannten Metalle sich verhalten wie $a : a+b : a+{}^3/_2 b \cdot a+2b$, — braucht man doch blos $a = b = 2.2 \cdot 5$ zu setzen um seine Werthe mit den unsrigen in Einklang zu bringen.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Es erscheint uns nicht uninteressant, obige Reihe festgestellt zu haben und wir behalten es einer weiteren Untersuchung vor, ob es in der That Metalle gibt, die sich genau an erster und dritter Stelle einfügen, da in diesem Falle die paramagnetischen Elemente auf eine kleine gesetzmässige Zahl beschränkt wären.

Es hat dieser Schluss umsomehr Wahrscheinlichkeit, als thatsächlich die Salze anderer Metalle alle so kleine Magnetisirungszahlen zeigen, dass man deren Atommagnetismen daraus vorläufig noch nicht erkennen kann.

Wie in unserer früheren Mittheilung, hätten wir bezüglich der Temperaturcoëfficienten noch zu bemerken, dass alle negativ sind, mithin mit wachsender Temperatur der Magnetismus abnimmt, dass aber eine besondere Gesetzmässigkeit in ihren Zahlenwerthen nicht zu erkennen ist. Ihre Werthe bewegen sich innerhalb der Grenzen —0·00233 und —0·00322, die freilich zum grossen Theil durch die Unsicherheit der Beobachtung bedingt sein können.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

Jahr/Year: 1897

Band/Volume: 106_2a

Autor(en)/Author(s): Jäger Gustav, Meyer Stefan

Artikel/Article: Bestimmung der Magnetisirungszahlen von Flüssigkeiten und deren Änderung mit der Temperatur. 623-653