indess fielen die Erwärmungen bei $D = 40$ im Nebendraht so gering aus und änderten sich ums Maximum so wenig, daß ein genügend sicheres Resultat nicht erzielt werden konnte. Die Gleichungen

$$\frac{\text{Cap. } (L)}{\text{Cap. } A_1} = \frac{8,45}{8,93 + x} \quad \text{und} \quad \frac{\text{Cap. } (L)}{\text{Cap. } A_1} = \frac{6,98 + x}{7,96}$$

sind nur annähernd gültig; aus ihnen folgt $x = 0^m,31$ und $\text{Cap. } (L) = 0,388$.

Die durch den Nebenbatteriestrom gefundene Capacität der Batterie (L) stimmt mit dem obigen Resultat hinreichend überein; diese Versuche bestätigen wenigstens, daß man $\text{Cap. } (L)$ bei einer Ladung $D = 40$ nicht über den Werth 0,412 hinaus ansetzen darf.

(Schluß im nächsten Heft.)

III. *Wärme-Ausdehnungen verschiedener einfacher, metallischer und nicht-metallischer Körper, so wie einiger Kohlenwasserstoff-Verbindungen; von Hrn. H. Fizeau.*

(Compt. rend. T. LXVIII, p. 1125.)

Ich beehre mich der Akademie heute eine Tafel vorzulegen, welche die Resultate neuer Beobachtungen über die Ausdehnung verschiedener Körper durch die Wärme enthält. Ich habe mich in dieser Arbeit speciell mit dem Studium der hauptsächlichsten Metalle, einiger Legirungen und mehrer Metalloide befaßt, in der Ansicht, erstens, daß die Betrachtung der einfachsten Körper ein besonderes Interesse für die Wissenschaft habe, insofern man hoffen darf, dadurch einiges Licht über die noch so dunklen mechanischen Ursachen dieser Klasse von Phänomenen zu erhalten, und zweitens, weil es in mehrfacher Beziehung nützlich seyn kann, die physischen Eigenschaften der in den Künsten am

meisten angewandten Substanzen vollständiger und genauer kennen zu lernen.

Zwar sind die hauptsächlichsten Metalle und Legirungen schon zu verschiedenen Zeiten der Gegenstand zahlreicher und wichtiger Untersuchungen gewesen, unternommen nach mannigfaltigen Methoden von Laplace und Lavoisier, Smeaton, Major Roy, Dulong und Petit, H. Kopp und anderen ausgezeichneten Beobachtern, so daß die Ausdehnungen der meisten dieser Körper als ziemlich wohlbekannt angesehen werden dürfen, wenigstens was die mittleren Ausdehnungen zwischen 0° und 100° betrifft.

Allein da die Fortschritte der Wissenschaft uns gegenwärtig Beobachtungsweisen zu Gebote stellen, welche genauer und bequemer als die unserer Vorgänger sind, indem sie statt der fußlangen Stäbe nur Metallstücke von einigen Millimetern Länge erfordern, so ist es leicht geworden, nicht allein die alten Bestimmungen mit Anwendung sehr reiner Substanzen, die bekanntlich jetzt besser zu haben sind, zu wiederholen, sondern auch vergleichend eine große Anzahl anderer Substanzen zu studiren, die theils ihrer Seltenheit wegen, theils weil sie erst in den letzten Jahren entdeckt wurden, noch nie beobachtet worden sind.

So sind denn in der folgenden Tafel die Ausdehnungen von ungefähr vierzig Substanzen gegeben, von denen fast die Hälfte hier zum ersten Male untersucht ist, nämlich *Kohlenstoff* in seinen verschiedenen Zuständen als *Anthracit*, *Steinkohle* und *Paraffin* (bisjetzt der ausdehnbarste aller starren Körper), ferner *Silicium*, *Arsen*, *Selen*, *Tellur*, *Iridium*, *Rhodium*, *Ruthenium*, *Osmium*, *Nickel*, *Kobalt*, *Meteoreisen*, *Wismuth*, *Antimon* als isolirte rhomboëdrische Krystalle, *Indium*, *Thallium* und endlich *Magnesium*.

Was die übrigen schon früher untersuchten Substanzen betrifft, so können die neuen Bestimmungen durch den Vergleich mit den älteren nützlich seyn, jedoch ist dabei folgendes zu bemerken. In Bezug auf die Ausdehnungsphänomene zerfallen die Körper in zwei verschiedene Kategorien: die eine enthält die Körper, welche im kubi-

schen oder regulären System krystallisiren, die andere alle diejenigen, welche nach irgend einem anderen System krystallisiren. Ein Metall der ersten Kategorie kann geschmolzen und zu einem mehr oder weniger krystallinischen Zain ausgegossen werden, ohne dafs es aufhört, in allen Richtungen eine und dieselbe Ausdehnung zu zeigen, so gut wie jeder seiner krystallinischen Bestandtheile. So verhalten sich Gold, Silber, Kupfer, Platin, Iridium, Blei, Eisen, Nickel, Kobalt, Magnesium, Aluminium und einige andere Metalle, deren sehr constante Ausdehnungen nicht von einem Probestück zum anderen schwanken. Dem ist aber nicht so bei den Metallen der zweiten Kategorie, wie Zinn, Zink, Kadmium, Indium, Wismuth, Antimon, Tellur und mehre andere. Diese Metalle zeigen bekanntlich als einzelne Krystalle ungleiche Ausdehnungen in verschiedenen Richtungen und wenn man sie zu Zainen ausgiefst, so sind diese aus verschiedenen gelagerten Krystallen gebildet, die jedoch fast immer in gröfserer Anzahl in gewissen Richtungen liegen; daraus folgen ungleiche Ausdehnungen in verschiedenen Richtungen, ein Umstand, welcher die Divergenzen erklärt, welche verschiedene Probestücke eines selben Metalls dieser Kategorie darbieten. Ist die Krystallisation ganz verworren und sind die Krystalle sehr klein, so wird zwar die Ausdehnung nach allen Richtungen gleich, und gleich der mittleren Ausdehnung; allein dieser Fall ist selten, und ich bin bei diesen Metallen nur dann zu recht sicheren Resultaten gelangt, wenn ich diese Art von Homogenität künstlich erzeugte, d. h. wenn ich das zuvor gepülverte oder fein zerfeilte Metall stark comprimirte. Auf diese Weise wurden die Bestimmungen bei mehreren solcher Metalle gemacht, namentlich beim Zinn, Zink und Kadmium, welche sich dann wie ein zum regulären System gehörendes Metall verhielten.

Was die Beobachtungsweise und das zu den Versuchen angewandte (von Hrn. Soleil construirte) Instrument betrifft, so habe ich darüber die Akademie in meinen frühe-

ren Mittheilungen schon umständlich genug unterhalten¹⁾, als dafs ich hier darauf zurückzukommen brauchte.

Kaum ist es nöthig hinzuzusetzen, dafs ich alle Sorgfalt darauf verwandte, zu diesen Versuchen die best definirten und reinsten Substanzen zu verwenden, und dafs meine Arbeit in dieser Beziehung minder vollständig ausgefallen wäre, wenn ich mich nicht der Unterstützung mehrerer ausgezeichneten Gelehrten zu erfreuen gehabt hätte, die mich mit dem nöthigen Materiale versorgten.

Die Temperaturgränzen zwischen welchen die Messungen im Allgemeinen ausgeführt wurden, waren 20° und 80°, die Längen der beobachteten Probestücke gingen von 2 bis 16 Mllm., Dimensionen, welche als etwas gering betrachtet werden könnten, wenn nicht das Instrument noch Längenveränderungen von über $\frac{1}{36000}$ Millimeter angäbe.

1) S. Annal. Bd. 128, S. 564 u. Bd. 135, S. 372.

Substanzen:

Substanzen:	Coëfficient der linearen Ausdehn. $\alpha_{\vartheta} = 40^{\circ}$	Veränder. des Coëfficienten für 1° $\frac{d\alpha}{d\vartheta}$	Verlänger. der Längeneinheit berechnet von 0° bis 100° 1)
Diamant	0,00000118	1.44	0,000132
Gaokhle	0,00000540	1.10	0,000551
Graphit, von Batongol	0,00000786	1.01	0,000796
Anthracit, von Pennsylvanien	0,00002078	— 8.15	0,001996
Steinkohle, von Charleroy	0,00002782	2.95	0,002811
Paraffin, von Rangoon, bei 56° schmelzend	0,00027854	99.26	
Silicium (geschmolzen)	0,0000763	1.69	0,000780
Schwefel, von Sicilien 2)	0,00006413	33.48	0,006748
Selen (geschmolzen)	0,00003680	11.15	0,003792
Tellur (geschmolzen)	0,00001675	5.75	0,001732
Arsen (sublimirt, in verworrenen Krystallen)	0,00000359	4.32	0,000602
Osmium (halbggeschmolzen)	0,00000657	2.18	0,000679
Ruthenium (halb geschmolzen, poröse)	0,00000963	2.81	0,000991
Palladium (geschmiedet, angelassen)	0,00001176	1.32	0,001189
Rhodium (halbggeschmolzen)	0,00000850	0.81	0,000858
Iridium (geschmolzen)	0,00000700	0.79	0,000708
Platin (geschmolzen)	0,00000899	0.78	0,000907
Platin-Iridium (geschmolzen) 3)	0,00000884	0.76	0,000892
Gold (geschmolzen)	0,00001443	0.83	0,001451
Silber (geschmolzen)	0,00001921	1.47	0,001936
Kupfer {gediegenes vom <i>Lac superior</i>	0,00001690	1.83	0,001708
Messing 4)	0,00001678	2.05	0,001698
Bronze 5)	0,00001859	1.96	0,001879
	0,00001782	2.04	0,001802

1) Nämlich $100 \left(\alpha_{\vartheta} = 40^{\circ} + 10 \frac{d\alpha}{d\vartheta} \right)$.2) Mittlere nach dem Winkel von $54^{\circ} 44'$ gegen die drei Axen des Krystalls.

3) Ir = 0.1. Metall des zu diesen Versuchen angewandten Dreifusses mit Schraube.

4) Kupfer = 71.5; Zink = 27.7; Zinn = 0.3; Blei = 0.5.

5) Kupfer = 86.3. Zink = 9.7. Zinn = 4.0

Substanzen:		Coëfficient der linearen Ausdehn. $\alpha_{\theta} = 40^{\circ}$	Veränder. des Coëfficienten für $1^{\circ} \frac{\Delta \alpha}{\Delta \theta}$	Verlänger. der Längeneinheit berechnet von 0° bis 100° 1)
Nickel	{ reducirt durch Wasserstoff und comprimirt	0,00001279	0,71	0,001286
Kobalt	{	0,00001236	0,80	0,001244
Eisen	{ weiches, zu Elektromagneten angewandt	0,00001210	1,85	0,001228
	{ reducirt durch Wasserstoff und comprimirt	0,00001188	2,05	0,001208
Meteorisen (von Caille)		0,00001095	1,75	0,001113
	{ gehärtet	0,00001322	3,99	0,001362
Gußstahl (französ.)	{ angelassen	0,00001101	1,24	0,001113
	{	0,00001095	1,52	0,001110
Gußstahl, engl. angelassen		0,00001061	1,37	0,001075
Gußisen, graues		0,00001621	2,09	0,001642
Wismuth, krystallisirt	{ Nach der Axe	0,00001208	3,11	0,001239
(Rhomböed. von $87^{\circ} 40'$)	{ Normal zur Axe	0,00001346	2,77	0,001374
	{ Mittl. Ausdehnung berechnet	0,00001692	—	0,001683
Antimon, krystallisirt	{ Nach der Axe	0,00000882	1,34	0,000895
(Rhomböed. von $117^{\circ} 18'$)	{ Normal zur Axe	0,00001152	0,58	0,001158
	{ Mittl. Ausdehnung berechnet	0,00002324	3,51	0,002269
Zinn, von Malacca 2)		0,00004170	42,38	0,004594
Indium (geschmolzen)		0,00002924	2,39	0,002948
Blei (geschmolzen)		0,00003021	11,41	0,003135
Thallium (geschmolzen)		0,00002918	—	0,002905
Zink, destillirtes 2)		0,00003069	3,26	0,003102
Kadmium, destillirtes 2)		0,00002313	2,29	0,002336
Aluminium (geschmolzen)		0,00002694	6,84	0,002762
Magnesium (geschmolzen)				

1) Nämlch: $100 \left(\alpha_{\theta} = 40^{\circ} + 10 \frac{\Delta \alpha}{\Delta \theta} \right)$.

2) Comprimirtes Pulver.