

8. Über die Veränderlichkeit des spezifischen Gewichtes.

1. Die Änderung des spezifischen Gewichtes beim Drahtziehen; von Georg W. A. Kahlbaum.

Gelegentlich meiner Arbeiten über Metalldestillation habe ich versucht, die spezifischen Gewichte der von mir hergestellten reinen Metalle festzulegen, und mich überhaupt eingehender mit dem Studium der Dichtebestimmung beschäftigt.¹⁾ Den Gründen, die mich veranlaßten, dieser „scheinbar so abgegriffenen Größe“ meine Aufmerksamkeit zu schenken, habe ich damals in folgenden Sätzen Ausdruck verliehen:

1. ist die genaue Bestimmung der spezifischen Gewichte, besonders der schwereren festen Körper, eine äußerst subtile Arbeit, die nur unter Anwendung nicht unerheblicher Massen mit einigem Erfolg durchgeführt werden kann, und

2. ist die zu bestimmende Verhältniszahl sehr viel mehr der Ausdruck der, der besonderen Individualität, mit welcher die Bestimmung vorgenommen wird, zukommenden Eigenschwere²⁾, als im allgemeinen angenommen wird.

Belegt habe ich die letzte Behauptung z. B. damit, daß ich aus einem ganz kleinen Block reinsten norwegischen Konverterkupferraffinats von

99,92	Proz.	Cu
0,02	„	Ag
0,04	„	Ni
0,02	„	Fe

Stäbchen von 6 mm Durchmesser und 45 mm Länge drehen

1) Georg W. A. Kahlbaum, Zeitschr. f. anorg. Chem. 29. p. 197 bis 213. 1902. Die Bestimmung der spezifischen Gewichte.

2) l. c. p. 197. Der Schluß von Alinea 2 lautet etwas anders, um Mißverständnissen vorzubeugen, habe ich ihn wie oben geändert.

ließ und für diese rund 1,25 ccm Metall die Dichten bestimmte, die sich, bei einem mittleren Fehler von 0,0016, ergaben zu:

- I. 8,4412,
- II. 8,6926,
- III. 8,4297,

d. h. also, die drei, aus *einem* kleinen Block Kupfer gedrehten, Zylinder zeigen eine Maximalabweichung von 0,2629, oder über 3,5 Proz. des Wertes der Dichte. Da es sich um gegossenes Kupfer handelte, war der Grund der Abweichung leicht erklärlich. Die leichteren Proben waren mit Gußfehlern behaftet. Aber, so war die natürliche Frage: wo und wann hören die Gußfehler ganz auf?

Bei äußerst sorgfältigen Messungen habe ich, volumometrisch, die Dichte des gleichen Kupfers, aus 140 Einzelbestimmungen mit dem Sphärometer, an einem 79 g schweren Kupferzylinder festzulegen versucht, und bin dabei zur Dichte 8,3774 geführt worden, also habe ich eine noch erheblich geringere Eigenschwere, wie bei den Stäbchen gefunden. Demnach sollte man glauben, daß die um 0,32 höher gefundene Dichte des Zylinders II sich bereits dem Maximum erheblich nähert. Nun geben aber Marchand und Scheerer¹⁾ in einer äußerst sorgfältigen Arbeit, als höchsten von ihnen gefundenen Wert, den für gewalztes und gehämmertes Kupferblech, mit 8,952 an, gegen unseren höchsten Wert 8,693, also um weitere 0,259 höher, was gegen unseren niedersten Wert gehalten eine Differenz von 6,2 Proz. ausmacht. So viel, also um 6 Proz., können, auch bei sehr handlichen Stoffen, die in der Individualität, der zur Bestimmung benutzten Probe, begründeten Fehler betragen, welche auch sehr sorgfältigen Dichtebestimmungen anhaften.

Dieselben in dem besonderen Falle, wo es sich um Metalle handelt, zu eliminieren, erschien einfach genug. Die Metalle mußten nur einem hohen Druck ausgesetzt werden, um die, durch Gußfehler hervorgerufenen Abweichungen, auszuschalten. In welcher Weise das ausgeführt, wie der Druck gemessen wurde etc., darüber habe ich in der oben zitierten Arbeit auf p. 254—262 eingehend berichtet. Damals hatte ich den Druck

1) O. L. Erdmann, Journ. f. prakt. Chem. 27. p. 206. 1842.

bis auf 10000 Atm. gesteigert, später bin ich dann bis zu 20000 Atm. Druck gestiegen und habe über die erzielten Resultate am 20. November 1901 vor der Basler Naturforschenden Gesellschaft mit folgenden Worten berichtet, gepreßt wurden Pb, Cd, Cu, Zn, Sb, Au, Ag:

„Bis zum Druck von 10000 Atm. zeigen alle hier wiedergegebenen Zahlen, mit Ausnahme der für das Kadmium, daß die spezifischen Gewichte mit den Drucken zunehmen, wie das ja zu erwarten war, aber, setzen wir die Pressung fort, so zeigt es sich, daß diese Größen mit steigenden Drucken sinken, und zwar ohne Ausnahme für alle Metalle, die höheren Pressungen ausgesetzt wurden.

Damit kann natürlich nicht gesagt sein sollen, daß die Dichten immer bis 10000 Atm. Druck wachsen, um dann abzunehmen, sondern die Zahlen zeigen nur, daß bis zu diesem Druck für keines der untersuchten Metalle mit der genannten Ausnahme,, ein Rückgang der Dichte bis unter den ursprünglichen Wert, sich hat nachweisen lassen.“¹⁾

Die Dichte der Metalle nimmt also unter hohen Drucken bis zu einem gewissen Punkte zu, um dann wieder abzunehmen. Diesen Punkt größtmöglicher Dichte, und damit des wahren spezifischen Gewichtes aufzufinden, hätte zweifellos ein großes theoretisches Interesse; ihn tastend, durch Probieren, zu suchen wäre langweilig und sehr zeitraubend. Es mußte also auf andere Mittel gesonnen werden.

Ein solches schien mir in der elektrischen Leitfähigkeit gegeben. Beobachtete man diese Größe während des Pressens, so mußte die Änderung derselben in dem Punkte, in dem die größtmögliche Zusammendrückbarkeit erreicht ist, und in Lockerung der Materie umschlägt, zweifellos das Vorzeichen wechseln, und damit wäre der gesuchte Maximaldruck gefunden. Die Anordnung des Versuches, auf den näher einzugehen ich hier keine Veranlassung habe, setzt die Verwendung von Leitungsdrähten, die zum Teil mit der Pressung ausgesetzt werden müssen, voraus. Dies veranlaßte mich zunächst der Änderung der Dichte der Drähte nachzugehen, um mich

1) G. W. A. Kahlbaum, Verhandl. d. Naturf. Gesellsch. in Basel 15. p. 17. 1903.

zu überzeugen, wie weit etwa dieser Größe bei den beabsichtigten Versuchen Rechnung zu tragen ist.

Die Änderung des spezifischen Gewichtes setzt voraus und bedeutet eine Änderung des molekularen Aufbaues der Stoffe. Daß eine solche beim Drahtziehen statthat, ergibt sich schon daraus, daß kalt gezogene Drähte spröde, rissig, abplasternd werden, und erst wenn sie erwärmt werden in den früheren elastischen, ein weiteres Ziehen ermöglichenden, Zustand zurückkehren.¹⁾

Es müssen, beim Verwandeln in Draht, die Metalle ein enges scharfrandiges Loch passieren. Das kann durch Ziehen oder Pressen geschehen (Natriumpresse). Dabei wird denselben gewissermaßen, wie man sagt, das Fell über die Ohren gezogen; hinter dem Zieheisen bildet sich ein Wulst zurückgehaltener Oberhaut, durch die Kohäsion zusammengehalten folgen die im Inneren befindlichen Molekeln dem Zug und pressen sich durch die Öffnung. Zu weiche Metalle, z. B. Blei, lassen sich deshalb nicht zu Draht ziehen, sie reißen, die Kohäsion ist zu gering.

Es werden also beim Drahtziehen die Metalle tatsächlich gepreßt, eine etwaige Änderung der Dichte muß also, wenn die Pressung hoch genug ist, nach Maßgabe unserer früheren Versuche, im Sinne einer Abnahme der Dichte verlaufen. Das war vorauszusehen, über einen etwaigen weiteren Verlauf der Änderungen ließen sich *begründete* Vermutungen nicht wohl aussprechen.

Früher habe ich mich zugunsten der Pyknometer- und gegen die Archimedische Methode der Dichtebestimmung ausgesprochen²⁾, aber schon damals konstatiert, daß bei sorgfältiger Platinierung der Aufhängefäden die durch „Dämpfung“ verursachten Fehler wesentlich gemindert werden könnten.³⁾

Mit freundlicher Unterstützung des Hrn. Dr. Ch. Ed. Guillaume, Abteilungsvorstand, und des Hrn. Dr. P. Chappuis, Ehrenmitglied des *Bureau international des Poids et Mesures* im

1) Nach S. Kalischer (Ber. Deutsch. chem. Gesellsch. 14. p. 2750. 1881) wird Zinkdraht bei Temperaturen über 300° wieder brüchig.

2) l. c. p. 202.

3) l. c. p. 204. Anm. 1.

Pavillon de Breteuil in Sèvres, die uns, meinem Mitarbeiter und mir, die bewährten Methoden dieses Institutes mitteilten, ist es uns gelungen, die früher gerügten Mängel gänzlich zu beseitigen und haben wir bei den folgenden Versuchen die Auftriebsmethode mit dem gleichen Erfolg wie früher die pyknometrische anwenden können.

Ich habe hier die Absicht nur über einen kleinen Teil der ausgeführten Bestimmungen zu berichten, die anderen mögen einer gemeinsamen Veröffentlichung mit meinem Mitarbeiter, Hrn. Apotheker E. Sturm, vorbehalten bleiben. Dazu wähle ich die am Platin gemachten Beobachtungen. Es ist mir hierbei eine Pflicht sowohl als ein Bedürfnis, dem außerordentlich lebenswürdigen Entgegenkommen der Firma W. C. Heräus in Hanau und ihren gentilen Leitern, die mir nicht nur das kostbare Material in liberalster Weise zur Verfügung stellten, sondern auch nach meinen Anweisungen die umständliche Arbeit, jeden der Drähte, um jede Verwechslung unmöglich zu machen, einzeln ziehen zu lassen, übernahm, meinen wärmsten und aufrichtigsten Dank auszusprechen.

Es wurden drei Reihen paralleler Versuche angestellt. Von dem Heräusschen Handelsplatin wurden aus einem Barren, dicht nebeneinander, drei Zylinder von etwa 6 mm Durchmesser und 35 mm Höhe bei einem Durchschnittsgewichte von je 32 g abgedreht und ihre Dichte hier bestimmt. Alsdann wurden diese in *Hanau*, ganz dem technischen Verfahren entsprechend, durch Walzen und Schmieden zu Stäbchen von etwa 3 mm Durchmesser und 55 mm Länge gestreckt, damit war ihnen die zum Drahtziehen notwendige Form gegeben. Auch von diesen Stäbchen wurde in *Basel* das spezifische Gewicht genommen. Nach *Hanau* zurückgesandt wurde jedes dieser Stäbchen nacheinander, immer von der Firma Heräus, zu Draht von 1,0, 0,7 und 0,4 mm gezogen. Hier in *Basel* wurde deren Dichte bestimmt und sie nach vollendeter Bestimmung, wie das in der Fabrik der Brauch, durch 3 Min. langes Erhitzen zur Weißglut erweicht und damit zur weiteren Verarbeitung vorbereitet. Ehe aber weiter gezogen wurde — die Drähte werden *kalt* gezogen —, wurden von den geglühten, erweichten Drähten wieder die Dichten genommen, so daß uns 3×3 Bestimmungen an sprödem, und ebensoviel an

elastischem Platindraht, also in Summa 18 Dichtebestimmungen von Platindrähten zur Verfügung standen.

Ehe ich nun zur Mitteilung der Resultate übergehe, sei noch an einem Beispiel unsere Arbeitsmethode erläutert. Gewogen wurde auf einer Bungeschen Wage mit Kollimatorablesung, die auf 0,0001 g noch mit einem Ausschlag von 2 Skt. reagierte. Über Art und Ausführung der Wägungen, Aufstellen der Wage, überhaupt alle bei solchen Präzisionswägungen zu beobachtenden Vorsichtsmaßregeln habe ich bereits an zwei Orten¹⁾ berichtet, ich kann mir also hier daran genügen lassen, darauf zu verweisen.

Beispiel: Bestimmung der Dichte eines Platindrahtes von 0,7 mm.

Nullpunkt der Wage kontrolliert.²⁾

1. Wägung	32,51542
2. „	32,51544
3. „	32,51543

Mittel 32,51543 ³⁾

Nach der Wägung wurde der Draht unter Wasser von der anhängenden Luft in dem von mir angegebenen Apparat⁴⁾ befreit und im luftverdünnten Raum, immer unter Wasser, zur Ausgleichung der Temperatur, die Nacht über, im Wagezimmer stehen gelassen. Am anderen Morgen wurde zunächst wieder der Nullpunkt der Wage kontrolliert, Luft in den Vakuumapparat gelassen, und der Draht aus dem luftfreien Wasser direkt in das Wasser⁵⁾, in dem er gewogen werden sollte, gehängt. Beide Wässer waren doppelt destilliert. Aufgehängt wurde der zu bestimmende Draht an einem Glasbügel, der mit haarfeinem platinieren Platindraht an der Wage befestigt war. Da ein gutes Platinieren für das ungestörte Spiel der

1) G. W. A. Kahlbaum, l. c. p. 202, und Verhandl. d. Naturf. Gesellsch. in Basel. 16. p. 461. 1903.

2) Der Nullpunkt wurde stets vor und nach jeder Belastung der Wage kontrolliert.

3) Nach jeder Einzelwägung wurde die Wage entlastet, alle für die Rechnung verwendeten Zahlen sind das Mittel aus drei Einzelwägungen.

4) G. W. A. Kahlbaum, l. c. p. 237.

5) Da die absorbierte Luft die Dichtigkeit des Wassers, nach F. Kohlrausch, höchstens um einige Einheiten in der sechsten Dezimale vermindert, konnte der hierdurch eintretende Fehler vernachlässigt werden.

Wage von größter Wichtigkeit ist, so wurde darauf besondere Sorgfalt verwendet, und sowie sich die geringsten Störungen zeigten, von neuem platinirt. Zum völligen Ausgleich der Temperatur, die an einem, von der Reichsanstalt geprüften, beständig in das Wägewasser hängenden Thermometer abgelesen wurde, begann man mit der Wägung erst 1 Stunde nach dem Einhängen des Drahtes. Da immer bei Zimmer-temperatur gewogen wurde, und ein zweites Thermometer die Temperatur der Luft im Wagekasten angab, so konnte die Temperatur der verhältnismäßig großen, 350 ccm betragenden Wassermenge während einer Wägung unschwer konstant gehalten werden.

Das Gewicht des 0,7 mm-Drahtes inklusive Bügel betrug in Wasser gewogen:

1. 31,32048

2. 32,32049

3. 31,32049

Mittel 31,32049

Die Temperatur des Wassers betrug 24,3° C. Das Gewicht des Bügels allein in Wasser gewogen betrug:

1. 0,31745

2. 0,31745

3. 0,31745

Mittel 0,31745

Mithin:

Draht in Wasser + Bügel	31,32049
Bügel	0,31745

Draht in Wasser	31,00304
-------------------------	----------

Draht in Luft	32,51543
-------------------------	----------

Draht in Wasser	31,00304
---------------------------	----------

Verdrängung	1,51239
-----------------------	---------

Daraus berechnet sich das spezifische Gewicht bei der Beobachtungstemperatur und auf den leeren Raum bezogen nach der Formel

$$s = \frac{m}{w}(G - \lambda) + \lambda,$$

worin m Gewicht in Luft, w Gewichtsverlust in Wasser,

G Dichtigkeit des benutzten Wägewassers, λ Dichtigkeit der Luft, bezogen auf Wasser (Mittelwert). Das ergibt

$$s = \frac{32,51543}{1,51239}(0,997251 - 0,00120) + 0,00120,$$

$$s = 21,4157.$$

Reduziert auf Wasser von 20° C. nach der Formel

$$S = s[1 + \alpha(t - T)],$$

worin s Dichte bei der Beobachtungstemperatur, α kubischer Ausdehnungskoeffizient des Platins, t Beobachtungstemperatur, $T = 20^\circ$. Daraus folgt

$$S = 21,4157[1 + 0,00002697(24,3 - 20,0)].$$

S spezifisches Gewicht des Platindrahtes Nr. 1 von 0,7 mm, ungeglüht, in erster Bestimmung

21,4180.

Solcher Bestimmungen wurden von jeder der drei Proben und in jeder Form stets drei ausgeführt, so daß die *endgültigen* Resultate, die wir nun folgen lassen, stets *das Mittel aus drei Bestimmungen geben*. Die im ganzen ausgeführten 69 Bestimmungen ergeben als *mittleren Fehler* das ganz außerordentlich günstige Resultat von nur 0,0004.

Alle Bestimmungen sind ausnahmslos von meinem Mitarbeiter Hrn. F. Sturm ausgeführt worden.

Tabelle I.

Abgedrehte Zylinder (I.) und geschmiedete und gewalzte Stäbchen (II.).

	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3
I. Platinzylinder	$\left\{ \begin{array}{l} 21,2136 \\ 21,2137 \\ 21,2137 \end{array} \right\} 21,2137$	$\left\{ \begin{array}{l} 21,3061 \\ 21,3062 \\ 21,3057 \end{array} \right\} 21,3060$	$\left\{ \begin{array}{l} 21,1326 \\ 21,1323 \\ 21,1330 \end{array} \right\} 21,1326$
II. Platinstäbchen, geschmiedet und gewalzt	$\left\{ \begin{array}{l} 21,4317 \\ 21,4316 \\ 21,4308 \end{array} \right\} 21,4314$	$\left\{ \begin{array}{l} 21,4192 \\ 21,4190 \\ 21,4201 \end{array} \right\} 21,4194$	$\left\{ \begin{array}{l} 21,4147 \\ 21,4145 \\ 21,4140 \end{array} \right\} 21,4144$

Die Zahlen bestätigen das oben Gesagte, sie zeigen wie auch bei so geeignetem Material, wie es Platin ist, die Indivi-

dualität der benutzten Probe das Resultat beeinflusst. Bei den in nächster Nachbarschaft aus demselben Barren gedrehten Zylindern beträgt die Differenz der Dichten bis zu 0,1734; durch Schmieden und Walzen wird dasselbe um rund 1 Proz. im Mittel erhöht. Dagegen sinken die Differenzen der Dichten erheblich, und zwar auf 0,017 im Maximum, also genau auf den zehnten Teil des früheren Wertes. Auffallendes und Neues zeigen die Zahlen der Tab. I nicht. Wir haben es eben mit Gußfehlern zu tun, die durch mechanische Kraft verringert werden.

Anders und interessanter ist das Bild, das uns Tab. II zeigt.

Tabelle II.

Geschmiedete und gewalzte Stäbchen (II.) und 1 mm-Draht, kalt gezogen (III.).

	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3
II. Platinstäbchen, geschmiedet und gewalzt	$\left. \begin{array}{l} 21,4317 \\ 21,4316 \\ 21,4308 \end{array} \right\} 21,4314$	$\left. \begin{array}{l} 21,4192 \\ 21,4190 \\ 21,4201 \end{array} \right\} 21,4194$	$\left. \begin{array}{l} 21,4197 \\ 21,4155 \\ 21,4140 \end{array} \right\} 21,4144$
III. Platindraht von 1,0 mm kalt gezogen	$\left. \begin{array}{l} 21,4139 \\ 21,4136 \\ 21,4132 \end{array} \right\} 21,4136$	$\left. \begin{array}{l} 21,4232 \\ 21,4224 \\ 21,4223 \end{array} \right\} 21,4226$	$\left. \begin{array}{l} 21,4229 \\ 21,4234 \\ 21,4235 \end{array} \right\} 21,4233$

Nr. 1, das auf das höchste Gewicht gehämmerte Platin, zeigt einen erheblichen *Rückgang* der Dichte, und zwar um 0,0178, bei einem mittleren Fehler von 0,0004, also weit oberhalb der Fehlergrenze. Nr. 2 und Nr. 3, die in der Dichte zurückgeblieben sind, zeigen noch eine, wenn auch geringere, Zunahme, um 0,0032 und 0,0089. Wie wir aber sehen werden, ist hinter dieser Zunahme aller Wahrscheinlichkeit nach eine Abnahme verborgen, die nur, weil Nr. 2 und Nr. 3 als Stäbchen nicht stark genug zusammengeschmiedet waren, nicht als solche zur Geltung kommt, und in ihrem Werte aus dem gleichen Grunde hinter der bei Nr. 1 gemessenen zurückbleibt. Die Maximaldifferenz ist noch weiter bis auf 0,0097 gesunken.

Das größte Interesse bietet Tab. III, die den Unterschied der Dichten von kalt gezogenen, spröden Drähten und geschmeidig geglühten zeigt.

Tabelle III.

Platindraht von 1,0, 0,7 und 0,4 mm, kalt gezogen (III., V., VII.), und nachträglich gegläht (IV., VI., VIII.).

	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3
III. Platindraht von 1,0 mm, kalt gezogen	$\left\{ \begin{array}{l} 21,4189 \\ 21,4186 \\ 21,4182 \end{array} \right\} 21,4186$	$\left\{ \begin{array}{l} 21,4232 \\ 21,4224 \\ 21,4223 \end{array} \right\} 21,4226$	$\left\{ \begin{array}{l} 21,4229 \\ 21,4234 \\ 21,4235 \end{array} \right\} 21,4233$
IV. Draht Nr. III, 3 Min. weiß gegläht	$\left\{ \begin{array}{l} 21,4317 \\ 21,4312 \\ 21,4314 \end{array} \right\} 21,4314$	$\left\{ \begin{array}{l} 21,4324 \\ 21,4320 \\ 21,4325 \end{array} \right\} 21,4323$	$\left\{ \begin{array}{l} 21,4325 \\ 21,4320 \\ 21,4326 \end{array} \right\} 21,4324$
V. Platindraht von 0,7 mm, kalt gezogen	$\left\{ \begin{array}{l} 21,4180 \\ 21,4178 \\ 21,4186 \end{array} \right\} 21,4181$	$\left\{ \begin{array}{l} 21,4155 \\ 21,4159 \\ 21,4158 \end{array} \right\} 21,4157$	verunglückt
VI. Draht Nr. V, 3 Min. weiß gegläht	$\left\{ \begin{array}{l} 21,4310 \\ 21,4315 \\ 21,4316 \end{array} \right\} 21,4314$	$\left\{ \begin{array}{l} 21,4318 \\ 21,4313 \\ 21,4313 \end{array} \right\} 21,4315$	$\left\{ \begin{array}{l} 21,4354 \\ 21,4349 \\ 21,4355 \end{array} \right\} 21,4352$
VII. Platindraht von 0,4 mm, kalt gezogen	$\left\{ \begin{array}{l} 21,4144 \\ 21,4143 \\ 21,4138 \end{array} \right\} 21,4142$	$\left\{ \begin{array}{l} 21,4149 \\ 21,4146 \\ 21,4147 \end{array} \right\} 21,4147$	$\left\{ \begin{array}{l} 21,4137 \\ 21,4135 \\ 21,4130 \end{array} \right\} 21,4134$
VIII. Draht Nr. VII, 3 Min. weiß gegläht	$\left\{ \begin{array}{l} 21,4305 \\ 21,4310 \\ 21,4310 \end{array} \right\} 21,4308$	$\left\{ \begin{array}{l} 21,4304 \\ 21,4312 \\ 21,4313 \end{array} \right\} 21,4310$	$\left\{ \begin{array}{l} 21,4318 \\ 21,4322 \\ 21,4313 \end{array} \right\} 21,4317$

Das sind die Resultate. Sie zeigen einmal die Bestätigung des früher Beobachteten: *zu starke Zusammenpressung hat einen Rückgang der Dichte zur Folge*. Ich habe diese Erscheinung früher schon mit dem analogen Verhalten der Gase, die bei sehr hohen Drucken dem Boyleschen Gesetz nimmer folgen — zu nahe aneinander gepreßte Atome stoßen einander ab — in Parallele gesetzt, und lasse mir daran, als Anhänger der Lehre von der Übereinstimmung der Zustände, vorerst genügen. Wie weit hierbei und bei der zweiten beobachteten Dichteänderung auch noch andere Faktoren, wie kristallines Gefüge, oder Verschiebung des Schmelzpunktes durch den Druck und dergl. mehr mitsprechen mögen, bleibe daher, bis mehr Material festeren Boden für die Diskussion geschaffen, unerörtert.

Das zweite und überraschende, dabei neue Resultat ist, daß, bei stark gepreßten Drähten, *durch starkes Glühen die*

Dichte wieder erhöht wird. Wir haben also anzunehmen, daß die Steigerung der lebendigen Kraft der Molekeln dieselben befähigt, in ihre normale Lage zurückzukehren.

Dieser, recht banale, Satz soll keine Erklärung der beobachteten Tatsachen sein, eine solche heute schon geben zu wollen hätte ich mich, ich verweise auf das oben Gesagte, hier genügt es *die Änderung des spezifischen Gewichtes aufs neue und in neuer Weise bestätigt zu haben.*

Bis dahin war die Arbeit im September 1903 fertig gestellt und an Hrn. Dr. Stefan Meyer, von dessen Hand das Manuskript noch den Vermerk: „Eingegangen am 29. September 1903“ trägt¹⁾, für die Boltzmann-Festschrift eingesendet worden. Unter dem Haupttitel aber stand damals: „von W. Spring in Lüttich und Georg W. A. Kahlbaum in Basel.“ Damit hatte es folgende Bewandnis.

Hr. W. Spring hat, wie bekannt, sich mit Preßversuchen bei Metallen schon vor Jahren beschäftigt. Meine Arbeiten führten mich absichtslos in dies sein Gehege, und ich fand, daß die Dichte der von mir untersuchten Metalle bei hohen Drucken abnahm. Auch Bestimmungen älterer Beobachter, unter ihnen solche von Hrn. Spring, zeigten für einzelne Metalle ein gleiches Verhalten. Da es sich aber eben immer nur um vereinzelte Fälle handelte, so war die überraschende Tatsache ganz unbeachtet geblieben.

Auf der Naturforscherversammlung in Hamburg 1901 berichtete ich über meine Beobachtungen und besuchte auf der Heimreise Hrn. Prof. W. Spring in Lüttich, um mit ihm persönliche Rücksprache zu nehmen. Im weiteren schriftlichen Verkehr verabredeten wir gemeinsame Bearbeitung des Themas. Als erste Frucht dieser Arbeiten, reichte ich die vorstehende Mitteilung, die ich gleichzeitig Hrn. Spring, den ich von den Resultaten schon vorher unterrichtet hatte, zusandte, für die Boltzmann-Festschrift ein.

Der vorgeschriebene beschränkte Umfang ließ es unzulässig erscheinen, den Anteil eines jeden von uns an der Entdeckung der Veränderlichkeit des spezifischen Gewichtes und das besprochene Zusammengehen bei der Fortsetzung dieser Studien

1) Dies bestätigt die Redaktion. Drude.

des längeren und breiteren auseinander zu setzen, und so schlug ich, unter der Voraussetzung, daß Hr. Spring auch zur Mitarbeit an der Boltzmann-Festschrift aufgefordert sei, als einfachstes Mittel, unser vollstes Einverständnis zu dokumentieren, den Doppeltitel vor.

Hr. Spring hatte aber *keine* Aufforderung zur Mitarbeit erhalten, und da er glaubte in dem Falle nicht mitwirken zu können, so zog *ich* auch *meine* Arbeit wieder zurück.

Seither hat nun Hr. Spring in einer Arbeit: „Sur la diminution de densité qu'éprouvent certains corps à la suite d'une forte compression et sur la raison probable de ce phénomène“¹⁾, seine weiteren Studien veröffentlicht und in liebenswürdigster Weise dabei eingehend meines Anteiles gedacht, so daß ich nun meinerseits auch meine Resultate ohne längere Einleitung „Zur Geschichte“ veröffentlichen kann.

Auch im Basler physikal.-chem. Laboratorium sind die Studien seither von meinem Mitarbeiter fortgesetzt worden. Zunächst noch an dem dritten Muster vom Platindraht 0,4 mm, dessen spezifisches Gewicht in voller Übereinstimmung zu dem früher gefundenen von **21,4317** kalt zu 0,1 mm gezogen auf **21,4133** sank und sich gegläht wieder bis auf **21,4346** hob.

In analoger Weise verhalten sich Drähte aus chemisch reinem Pt, aus Pt mit 10 Proz. Ir legiert, aus Al und Cu, und auch das Verhalten von gewalztem Al-Blech und gehämmerten Zn-Platten entspricht dem.

Eine Änderung des Leitungswiderstandes wurde bisher nach dem Glühen an kalt gezogenen Pt-, Pt-Ir-, Al- und Cu-Drähten nachgewiesen.

Die Arbeit wird nach allen den hier angedeuteten Richtungen fortgesetzt, auch wird versucht, die Änderung direkt volumetrisch zu messen.

Basel, Physik.-chem. Labor. d. Univ., 28. April 1904.

1) W. Spring, Bull. Acad. Roy. Belgique T. 1903. p. 1066—1082. Journ. de chim. et phys. 1. p. 593. 1904.

(Eingegangen 3. Mai 1904.)