die Haloidsalze des Silbers nur durch die Strahlen chemisch verändert werden, welche sie in merklicher Stärke absorbiren (Schulz-Sellack, Berichte d. chem. Ges. 1871, S. 211) und leugnete sogar theilweise den Einfluß der „Sensibilisatoren“ (Schultz-Sellack, photographische Mittheilungen, Jahrgang VII, S. 301).

Meine Versuche lehren, daß in der Lichtempfindlichkeit photographischer Platten nicht nur die optische Absorptionsfähigkeit der empfindlichen Silbersalze selbst, sondern auch die optische Absorptionsfähigkeit beigemengter Substanzen eine wichtige Rolle spielt.

Weitere Versuche über den Gegenstand sind im Gange.
Berlin, im October 1873.

XII. *Methode zur leichten und sehr genauen Bestimmung des specifischen Gewichts von Flüssigkeiten; von Hermann Sprengel.*

(Mitgetheilt vom Hrn. Verf. aus dem *Journ. of the Chem. Soc.*, June 1873.)

Das „*Laboratory*“ für 1867 p. 191 enthält einen Aufsatz von Matthiessen und Hockin über das specifische Gewicht, in welchem statt der Dichtigkeitsflasche eine kleine Pipette empfohlen wird, wenn nur wenige Centigramme Flüssigkeit zu Gebote stehen. Unabhängig davon hatte auch ich mich vor einigen Jahren statt einer solchen Flasche vorzugsweise pipettenähnlicher Gefäße unter allen Umständen bedient. Allein unsere Instrumente und ihre Gebrauchsweise sind hinreichend verschieden, um eine Beschreibung der meinigen zu rechtfertigen.

Die Form meines Instruments ist, wie aus Fig. 21, Taf. VI zu ersehen, eine längere U-Röhre, deren offene Schenkel in zwei, rechtwinklig nach entgegengesetzten Richtungen gebogenen Haarröhrchen auslaufen. Größe und

Gewicht dieses Instrumentes müssen dem Gewicht und der Empfindlichkeit der Waage, durch die es gewogen werden soll, angemessen seyn. Da unsere gewöhnlichen Waagen bei 50 Gramm Belastung noch 0,1 Milligramm angeben, so darf die *U*-Röhre, mit Flüssigkeit gefüllt, nicht schwerer seyn (1000 Grains = 64,799 Grm.). Das zu meinen, zuvor erwähnten Bestimmungen dienende Instrument hatte eine Länge von 17,7 Ctm. (7 Zoll) und bestand aus einer Glasröhre von 11 Mm. ($\frac{7}{16}$ Zoll) äußerem Durchmesser. Ich brauche wohl nicht zu erwähnen, daß die *U*-Form gewählt ist, um dem Instrument eine große Oberfläche zu geben und es für Temperaturveränderungen empfindlich zu machen. Mehr wünsche ich (aus späterhin angegebenen Gründen) auf das verschiedene Kaliber der beiden Haarröhrchen aufmerksam zu machen. Das kürzere ist (wenigstens gegen das Ende hin) ein gut Theil enger als das längere, dessen innerer Durchmesser etwa 0,5 Mm. beträgt. Der horizontale Theil dieses weiteren Rohrs ist nahe bei der Biegung mit einem feinen Strich *b* gezeichnet. Dieser Strich und das Ende *a* des gegenüberstehenden Haarröhrchens sind die Marken, welche das zu wägende Flüssigkeitsvolum begrenzen.

Das Füllen des Instruments geschieht leicht durch Aufsaugen, sobald man den in Fig 22, Taf. VI. abgebildeten kleinen Kugelapparat in das *engere* Haarröhrchen eingesetzt hat, mittelst eines durchbohrten Stöpsels von Kautschuk, der den konischen Tubulus der Kugel dicht verschließt. Taucht man das *weitere* und längere Haarröhrchen in die Flüssigkeit und saugt am offenen Ende der Kautschukröhre, so entsteht in dem Apparat ein partielles Vacuum, welches die Flüssigkeit in das *U*-Rohr eindringen macht. Da dieses partielle Vacuum sich (wegen der Kugel) eine Zeitlang hält, so ist es nicht nöthig, das Saugen fortzusetzen, wenn das Ende der Kautschukröhre durch Zusammendrücken mit den Fingern zeitweise verschlossen wird. Wenn Kugel und *U*-Röhre ungefähr gleiche Capacität haben, ist es kaum nöthig, das Saugen während der Fül-

lung mehr als einmal zu wiederholen. Ohne solche Kugel ist das Füllen des *U*-Rohrs durch diese feinen Haarröhrchen etwas langweilig. Das Leeren des *U*-Rohrs geschieht durch den umgekehrten Proceß, durch Compression der Luft.

Nach der Füllung wird das *U*-Rohr von der Kugel abgetrennt bis zu den Biegungen der Haarröhrchen in Wasser von der Normaltemperatur getaucht, darin gelassen, bis es dessen Temperatur angenommen hat, und, nach sorgfältiger Ajustirung des Volums, herausgenommen, getrocknet und gewogen.

Besondere Sorgfalt muß darauf verwandt werden, sich der Richtigkeit der Normaltemperatur zu versichern, denn (wie ich weiterhin zeigen werde) ein Fehler von $0^{\circ},1$ veranlaßt, das Gewicht von 10 CC. Wasser um 0,14 Milligramm zu hoch oder zu niedrig zu schätzen, und bewirkt einen Fehler in der 5. Decimale oder macht 100000 Theile zu 1000014 Theilen. Diese Bestimmungen sind in Dupré's Apparat¹⁾ gemacht, welcher, wenn er mit einem empfindlichen Thermometer versehen ist, die Schwankungen der Temperatur bis auf $0^{\circ},01$ festsetzen läßt. Wenn viele Bestimmungen zu machen wären, würde ich mich des Scheibler'schen elektromagnetischen Regulators zur Constantzhaltung der Temperatur bedienen²⁾.

Eine Eigenthümlichkeit meines Instruments ist die Leichtigkeit und Genauigkeit, mit welcher die Messung der Flüssigkeit ausgeführt werden kann in dem Moment, wo sie die Normaltemperatur angenommen hat; denn man wird finden, daß die Flüssigkeit sich bloß in dem weiteren Haarröhrchen ausdehnt und zusammenzieht, d. h. in Richtung des kleinsten Widerstandes. Das engere Haarröhrchen bleibt immer vollständig gefüllt. Steigt die Flüssigkeit über die Marke *b* hinaus, so kann man sie durch Capillarkräfte reduciren, wenn man die Spitze *a* mit einer kleinen Rolle Fließpapier berührt. Hätte man dabei zu

1) A. Dupré und F. T. M. Paye „On the specific heat etc.“ Phil. Transact. für 1869 p. 608.

2) Zeitschrift für analyt. Chemie (1868) Bd. VII, S. 88.

viel Flüssigkeit fortgenommen, so wird die Capillarkraft diesen Fehler wieder gutmachen, wenn man die Spitze *a* mit einem Tropfen der zu untersuchenden Flüssigkeit berührt; denn diese schwache Kraft wirkt augenblicklich durch die ganze Masse der Flüssigkeit und macht, daß sie sich vorwärts bewegt gegen die Marke oder darüber hinaus.

Da das Instrument an sich die Eigenschaften eines empfindlichen Thermometers besitzt, so ergibt sich der Zeitpunkt, da es die Normaltemperatur des Bades erreicht hat, aus der Stabilität des flüssigen Fadens innerhalb des weiteren Haarröhrchen. Die Länge dieses Fadens bleibt constant nach Verlauf von etwa fünf Minuten.

Beim Abwischen des Instruments (nach Herausnahme aus dem Bade) muß man sich sorgfältig hüten, die Spitze *a* zu berühren, da die Capillarität leicht etwas Flüssigkeit herausziehen könnte. Sonst erfordert die Behandlung des Instruments keine besondere Vorsicht.

Die Haarröhrchen brauchen nicht verschlossen zu werden, um die Verdampfung zu verhindern, wenigstens nicht bei Wasser. Aus dem Mittel verschiedener Bestimmungen habe ich gelernt, daß der aus dieser Quelle entspringende Fehler in einer Stunde nicht mehr als 0,05 Milligramm beträgt.

In Fällen, wo die Temperatur des Zimmers der Waage hoch ist und die Flüssigkeit einen bedeutenden Ausdehnungscoëfficienten besitzt, kann es nöthig befunden werden, auf das Ende des *weiteren* Haarröhrchen eine kleine Kappe (knopfförmig und an beiden Enden offen) zu stecken, um die Flüssigkeit zurückzuhalten, die sonst, vermöge der Verdampfung während der Wägung verloren ginge. Eine Erhöhung der Normaltemperatur des Bades ist ein anderer Weg, diesem Uebelstande vorzubeugen. Wenn man eine Kappe anwendet, braucht das weitere Haarröhrchen nicht länger als das engere zu sein.

Die diese Methode erreichte Genauigkeit ist sehr befriedigend. Als Beweis davon gebe ich die folgenden Beispiele.

1. Es wurden successive sechs Wägungen an derselben Probe von destillirtem Wasser gemacht, drei bei der Temperatur 16°, drei bei 15°. Drei Mal wurde das Instrument gefüllt und geleert, während das Dupré'sche Bad successive sechs Mal zu der gewünschten Temperatur gehoben und gesenkt wurde. Die Wägungen wurden aufgezeichnet, nachdem das Instrument zehn Minuten lang in dem Gehäuse der Waage gehangen hatte. Ein Gegengewicht in Gestalt einer anderen ähnlichen U-Röhre wurde nicht angewandt. Die Resultate waren diese:

	Bei 16°	Bei 15°
U-Röhre + Wasser	41,9648 Grm.	41,9675 Grm.
U-Röhre	23,3332 -	23,3332 -
	<hr/> 18,6316 Grm.	<hr/> 18,6343 Grm.
Specifisches Gewicht	1	1,000145 -
	Bei 16°	Bei 15°
U-Röhre + Wasser	41,9648 Grm.	41,96745 Grm.
U-Röhre	23,3332 -	23,33320 -
	<hr/> 18,6316 Grm.	<hr/> 18,63425 Grm.
Specifisches Gewicht	1	1,000143 -
	Bei 16°	Bei 15°
U-Röhre + Wasser	41,9648 Grm.	41,9674 Grm.
U-Röhre	23,3332 -	23,3332 -
	<hr/> 18,6316 Grm.	<hr/> 18,6342 Grm.
Specifisches Gewicht	1	1,000140 -

Diese Tafel zeigt, daß das Instrument offenbar auch anwendbar ist, um den scheinbaren Ausdehnungscoëfficienten von Flüssigkeiten zu bestimmen.

2. Eine Probe Wasser, genommen am 29. März 1873 aus dem Parlamentsgebäude und herstammend aus dem 380 Fuß tiefen Artesischen Brunnen der „*Government Water Works*“ auf dem Trafalgar-Platz, zeigte bei 15°

1,000794 spec. Gew.

Nach $\frac{3}{4}$ stündigem Kochen unter den gewöhnlichen Vorsichtsmaafsregeln

1,000711 - -

Unterschied 0,000083 spec. Gew.

100 Grm. des Wassers (ohne Kochen) abgedampft,
gaben festen Rückstand 0,0835 Grm.

100 Grm. des Wassers (gekocht und
filtrirt) lieferten festen Rückstand . . . 0,00775 Grm.

Unterschied 0,000060 Grm.

Obschon dies Wasser eine beträchtliche Menge mineralischer Stoffe enthält, wurde es doch, wegen seiner Weichheit, nach Clark's Probe, auf seine Härte untersucht.

Dieselbe war (ungekocht) . . 5,3

- - (gekocht) . . . 0,75

Unterschied 4,55

Diese Data zeigen hinreichend, daß die wohlbekannte Fällung von kohlensaurem Kalk beim Sieden (in diesem Fall 4,55 Grains per Gallon) die Hauptursache der Erniedrigung des specifischen Gewichts dieses Wassers nach dem Sieden war. Da wir aus dem Beispiele No. 1 ersehen haben, daß man auf die Richtigkeit der 5. Decimale bauen kann, so könnte die Menge der unlöslich gewordenen Substanz (rücksichtlich der obigen Differenz 0,000083) acht Mal geringer seyn, ehe ihre Abwesenheit aufhörte, durch solche specifischen Gewichtsbestimmungen angebar zu seyn. Der achte Theil von 0,006 Grm. ist nun 0,00075 Grm. und repräsentirt den Unterschied, welcher sich auf den festen Rückstand aus 100 Grm. Wasser bezieht. Oder mit anderen Worten, wenn man von irgend einer Mineralsubstanz (wie kohlensaurer Kalk) 75 Thl. in 10000000 Thl. oder 7,5 Milligramm. in 1 Liter oder $\frac{1}{8}$ Grain in 1 Gallon Wasser auflöst, kann die Gegenwart derselben auf diese Weise quantitativ ermittelt werden.

Wenn die verschiedenen Bestandtheile der natürlichen Wässer das specifische Gewicht dieser Wässer in gleichem Grade beeinflussten, so würde die obige Methode das leichteste Mittel seyn zur Bestimmung der Menge dieser Stoffe, aber eine Annäherung kann jedesmal durch sie erlangt werden.

Wenn indeß eine Lösung nur *einen* unbekannten Bestandtheil enthält, kann die relative Menge dieses Bestandtheils und seines Lösemittels durch diese einfache und schnelle analytische Operation mit aller nöthigen Genauigkeit ermittelt werden.

XIII. Ueber die Messung physischer Empfindungen und das Gesetz, welches die Stärke dieser Empfindungen mit der Stärke der erregenden Ursache verknüpft; von Hrn. J. Plateau.

(Mitgetheilt vom Hrn. Verf. aus d. *Bullet. de l'acad. de Belgique* T. XXXIII, 1772.)

E. H. Weber hat, ich glaube ums Jahr 1853, eine schon von mehreren Physikern berührte, merkwürdige Thatsache scharf hingestellt, nämlich daß der kleinste wahrnehmbare Unterschied zwischen den Stärken zweier erregenden Ursachen gleicher Art ein fast constanter Bruch von der Stärke einer derselben ist. In zwei Abhandlungen, eine von 1859, die andere von 1860, hat Fechner daraus eine Relation zwischen der Stärke der Empfindung und der ihrer Ursache abgeleitet¹⁾; bezeichnet man die erste mit *S* und die zweite mit *E*, so würde das Gesetz, nach welchem die Empfindung mit der Ursache wächst, ausgedrückt seyn durch die Relation:

$$S = A \log . E + C \dots \dots \quad (1)$$

wo *A* und *C* Constanten sind.

Die Idee, die physischen Empfindungen bis zu einem gewissen Punkt abzuschätzen, stellte sich mir vor etwa 20 Jahren ein und ich begann darüber eine Reihe von

1) Ueber ein wichtiges psychologisches Gesetz (Abhandl. der K. Sächs. Gesellsch. d. Wiss., Phys.-Math. Klasse, Bd, IV, S. 457). *Elemente der Psychophysik*, Leipzig.