

ratur, bei welcher die Fällung und das Auswaschen vorgenommen wird, nicht, sondern, wie die folgenden Zahlen erkennen lassen, wurde die Bildung bas. Phosphate durch Erhitzen zum Sieden nicht unwe sentlich gefördert.

durch Rechnung stets ein Plus von 0,09 bis 0,15 Proc. gefunden.

Dass das alte Verfahren, die Hälfte des gewogenen Phosphatniederschlages für  $P_2O_5$  in Abrechnung zu bringen, wissenschaftlich als durchaus uncorrect bezeichnet werden

1. Genau bei  $70^\circ$  gefällt und mit Wasser von nicht über  $70^\circ$  ausgewaschen.

	a	b	c	im Mittel
Gewicht des Niederschlages	0,0635 g	0,0634 g	0,0630 g	
darin $P_2O_5$	0,0338	0,0326	0,0330	
mithin $Al_2O_3 + Fe_2O_3$	0,0302 g	0,0308 g	0,0300 g	0,0303 g

2. Bei  $70^\circ$  gefällt und mit siedendem Wasser ausgewaschen.

	a	b	c	im Mittel
Gewicht des Niederschlages	0,0612 g	0,0608 g	0,0620 g	
darin $P_2O_5$	0,0308	0,0308	0,0323	
mithin $Al_2O_3 + Fe_2O_3$	0,0304 g	0,0300 g	0,0297 g	0,0301 g

3. Bis auf  $90^\circ$  erhitzt und mit siedendem Wasser ausgewaschen.

	a	b	c	im Mittel
Gewicht des Niederschlages	0,0590 g	0,0590 g	0,0593 g	
darin $P_2O_5$	0,0298	0,0299	0,0294	
mithin $Al_2O_3 + Fe_2O_3$	0,0292 g	0,0291 g	0,0299 g	0,0294 g

Es ist mithin durch die höhere Temperatur nicht nur die Zusammensetzung des Niederschlages in dem obigen Sinne sichtlich beeinflusst worden, sondern es wurden durch dieselbe auch kleine Verluste hervorgerufen, so dass daher ein Erhitzen über  $70^\circ$  unter allen Umständen besser vermieden wird.

Von weit grösserem Einfluss auf die Zusammensetzung des Niederschlages wie die Temperatur ist jedoch das Fehlen oder Vorhandensein überschüssiger Phosphorsäure. Ich werde hierauf weiter unten ausführlicher zurückkommen.

Nach dem Vorstehenden wird es auch erklärlich, warum das alte Verfahren, die Hälfte des Niederschlages für  $P_2O_5$  in Abzug zu bringen, speciell bei der Analyse von Mineralphosphaten sehr wohl annähernd richtige Werthe ergeben kann. Es wird das eben mehr oder weniger dann der Fall sein, wenn der Gehalt an Thonerde den an Eisenoxyd bedeutend übersteigt. In Folge der annähernden Gleichheit der Molekulargewichte von  $Fe_2O_3$  und  $P_2O_5$  entsteht bei der Halbierung des basischen eisenphosphathaltigen Niederschlages zunächst ein beträchtliches Deficit. Obgleich auch die Thonerde zum Theil als basisches Phosphat ausfällt, so gibt doch hier, in Folge der Verschiedenheit der Molekulargewichte von  $Al_2O_3$  und  $P_2O_5$ , die Halbierung immer noch ein kleines Plus, welches, wenn Thonerde in wesentlich grösserer Menge wie Eisenoxyd vorhanden ist, das durch dieses hervorgerufene Manco ausgleichen oder sogar in ein Plus verwandeln kann. So wurde bei den 3 Floridaproben

muss, ist eine bekannte Thatsache; dass es aber auch in der Praxis sehr leicht nicht unbeträchtliche Differenzen hervorrufen kann, dürfte aus dem oben Gesagten zweifellos hervorgehen. Es sollte daher der gewogene Phosphatniederschlag stets wieder gelöst und darin nach der Molybdän- oder Citratmethode — beide geben, wie ich weiter unten zeigen werde, die gleichen Resultate — die Phosphorsäure quantitativ bestimmt werden.

*[Schluss folgt.]*

### Über eine neue Methode der Milchfettbestimmung.

Von

Dr. P. Fernandez-Krug und Dr. W. Hampe.

Die nachfolgende Arbeit entsprang dem Bedürfniss, den Fettgehalt von Milch und Molkereierzeugnissen auf möglichst schnelle und einfache Weise zu ermitteln, dabei aber die Genauigkeit des gewichtsanalytischen Verfahrens zu erreichen oder vielleicht noch zu übertreffen. In Bezug auf die erstere Anforderung lässt das in jüngster Zeit zu hoher Vollkommenheit ausgebildete Centrifugirverfahren wohl nichts mehr zu wünschen übrig; die Genauigkeit desselben dürfte indessen nur für die Zwecke des Milchhandels ausreichend sein (für welche diese Methode ja auch bestimmt ist): für die Erörterung verschiedener wissenschaftlicher Fragen, welche die Erzeugung und Veränderung der

Milch betreffen, blieb eine weitere Einschränkung der Fehlergrenzen immer noch wünschenswerth. Das von uns ersonnene und erprobte Verfahren kommt in der That dem gewichtsanalytischen an Genauigkeit gleich; es ahmt die einzelnen Verrichtungen des letzteren nach, kürzt dieselben aber derartig ab, dass man binnen einer halben Stunde zum Ergebniss der Untersuchung gelangt.

Nach unserer Methode vermischt man eine abgemessene Menge Milch mit einem höchst fein vertheilten mineralischen Körper zu einer krümeligen Masse und entzieht der letzteren die Feuchtigkeit durch einen ebenfalls sehr fein gepulverten Körper, welcher das Wasser chemisch bindet, das Milchfett aber in keiner Weise angreift. Die nun gänzlich trockene Masse schüttelt man mit Äther aus, dampft einen gewissen Theil der ätherischen Fettlösung ab und bestimmt die Menge des erhaltenen reinen Fettes entweder mittels der chemischen Wage oder mit Hülfe einer einfachen Wägevorrichtung, an welcher das Endergebniss der Untersuchung, d. h. der Fettgehalt der Milch in Procenten unmittelbar abgelesen werden kann. Die in Anwendung kommenden Apparate ermöglichen durch zweckmässige Einrichtung ein genaues, schnelles und leichtes Arbeiten.

Im Einzelnen geschieht die Ausführung des Verfahrens folgendermaassen. In ein Nickelschälchen von 200 cc Inhalt bringt man etwa 7,5 g geschlämmten und ausgeglühten Kaolins, lässt hierzu aus einer fein eingestellten Pipette 5 cc Milch fliessen und vertheilt die Mischung durch Zerdrücken und Umschaufeln zu einer krümeligen Masse. Diese versetzt man weiter mit etwa 5 g fein gepulverten wasserfreien Natriumsulfates und mischt die Stoffe in ähnlicher Weise wie vorher gut durcheinander. Das Einbringen der pulverförmigen Körper geschieht am besten mittels passender Blechmaasse; das Ausfliessen von 5 cc Vollmilch aus der senkrecht gestellten Pipette soll etwa 20 Secunden dauern, worauf man die Flüssigkeit noch 1 Minute lang abtropfen lässt, um schliesslich den letzten Rest auszublasen. Durch die Anwendung des wasserfreien schwefelsauren Natrons wird auf kaltem Wege und in kürzester Zeit eine vollständige Eintrocknung der Milch erzielt. Die vorhergehende äusserst feine Vertheilung der Flüssigkeit hat den Zweck, eine Krystallisation des gebildeten wasserhaltigen Sulfates zu verhindern, die stets einen Verlust von Milchfett zur Folge haben würde. Sehr deutlich tritt dies in die Erscheinung, wenn man an Stelle des Thones einen gröberen Körper, etwa Sand,

anwendet, oder wenn man das Eintrocknen gar durch schwefelsaures Natron allein vollziehen will.

Die trockene Masse bringt man nunmehr unter Anwendung des Spatels, eines polirten Nickeltrichters und eines Pinsels in ein Glasfläschchen von etwa 100 cc Inhalt, welches durch einen gut eingeschliffenen Glasstöpsel oder auch durch einen glatten sauberen Kork verschlossen werden kann. In dieses lässt man dann aus einer genau geaichten Pipette 25 cc käuflichen Äthers fliessen, der aber durchaus keinen Rückstand hinterlassen darf; hierauf setzt man sogleich den Stöpsel auf und schüttelt etwa 5 Minuten lang kräftig um. Nach dem Schütteln wird die Flasche bei Seite gestellt, bis ihr Inhalt wieder die Temperatur des Arbeitsraumes angenommen hat, was man durch Eintauchen der Flasche in Wasser von Zimmertemperatur beschleunigen kann. Dann werden von der wasserklaren ätherischen Flüssigkeit genau 5 cc abgehoben, nachdem man über die Spitze der Pipette ein Körkröhrchen gezogen hat, dessen freie Öffnung durch einen Wattepfropfen verschlossen ist, um ein Eindringen von Schlammtheilchen in die Pipette zu verhindern. Die abgehobene Fettlösung wird in ein gewogenes Glaskölbchen von etwa 12 cc Inhalt gebracht, worauf man das letztere auf eine warme Metallplatte stellt, die man durch eine kleine regulirbare Petroleumflamme o. dgl. anheizt. Der Äther, dessen Dampf man entzündet, verflüchtigt sich in 5 bis 10 Minuten; ein zu heftiges Sieden oder Stossen lässt sich durch Einführung eines feinen Metalldrahtes vermeiden, der stets in dem Kölbchen verbleibt und, wenn man will, zur Tarirung desselben dienen kann. Die letzten Antheile des Ätherdampfes werden schliesslich mit Hülfe eines kleinen Gummi-blasebalges aus dem Kölbchen entfernt. Das erhaltene Milchfett ist ganz rein, da geglühter Kaolin und schwefelsaures Natron für sich nichts an Äther abgeben. Die Auswägung muss sich bis auf die Zehntelmillig. erstrecken.

Die angegebenen Versuchsbedingungen können in mannigfacher Weise abgeändert werden. Nimmt man mehr Milch in Arbeit, oder verwendet man eine grössere Menge der ätherischen Lösung zur Bestimmung des Fettes, so dürfte die Methode noch schärfere Resultate ergeben, was aber meistens nicht erforderlich ist; misst man andererseits weniger Milch ein und bringt dementsprechend auch eine geringere Menge der Ätherfettlösung zur Verdampfung, so spart man wohl bedeutend an Zeit, aber doch nur auf Kosten der Genauigkeit. Für die Mehrzahl der Fälle

empfiehlt es sich daher, die Methode so auszuführen, wie es oben beschrieben wurde.

Aus den unten mitgetheilten Versuchsresultaten wird sich die Genauigkeit unseres Verfahrens ergeben. Als Vergleichsmethode wählten wir das übliche gewichtsanalytische Verfahren in folgender Ausführung:

5 cc Milch (die stets mit derselben Pipette und unter denselben Bedingungen eingemessen wurden, wie bei den Versuchen der neuen Methode) mit 20 g feinpulverigen ausgeglühten Sandes auf dem Wasserbade unter öfterem Umschaufeln zur Trockniss gebracht; die Masse im Mörser fein zerrieben; das Zerriebene in einen kleinen dünnwandigen Glascylinder gebracht, der beiderseits durch fettfreie lockere Wattepropfen zu verschliessen war; Mörser und Porzellanschälchen mit Sand und wenig Äther (der alsbald verdunstete) nachgespült; den Glascylinder in einen Extractionsapparat gebracht, dessen Verschlüsse durch Glasschliffe hergestellt waren (bis auf einen kleinen extractfreien Kork, der den Apparat mit dem Kühler verband); extrahirt mit Äther, der beim Verdunsten keinen Rückstand hinterliess; Äther abdestillirt; Ätherdämpfe vorsichtig mittels Gummibalzalges entfernt; Fett (bis zum constanten Gewicht) auf dem Wasserbade erhitzt: Kolben vor dem Wägen  $\frac{1}{2}$  Stunde im Wagekasten stehen lassen: Auswägen mittels feinster Wage auf Zehntel-Milligramme. — Bei Magermilch den Sand vorher mit 2,5 g wasserfreien schwefelsauren Natrons vermischt — als Er-satz für den sonst empfohlenen gebrannten Gyps.

#### Ergebnisse.

##### Versuch I. Vollmilch.

Gewichtsanalytische Methode. a) 5 cc in Arbeit: 5 Stunden extrahirt: gewogen: 0,1714 g Fett: nachträglich noch  $2\frac{1}{2}$  Stunden extrahirt: gewogen: 0,0018 g Fett. Zusammen: 0,1732 g Fett =  $34,6$  g in 1 l. b) 5 cc in Arbeit: 5 Stunden extrahirt; gewogen: 0,1718 g Fett; nachträglich noch  $2\frac{1}{2}$  Stunden extrahirt; gewogen: 0,0009 g Fett. Zusammen: 0,1727 g Fett =  $34,5$  g in 1 l.

Neue Methode. a) 5 cc in Arbeit; verwendet 7,5 g Thon, 5 g Natriumsulfat, 25 cc Äther; 10 Minuten geschüttelt: gewogen aus 5 cc Äther: 0,0346 g Fett =  $34,6$  g in 1 l. b) 5 cc in Arbeit: verfahren wie bei a); 10 Minuten geschüttelt; gewogen aus 5 cc Äther: 0,0346 g Fett =  $34,6$  g in 1 l. c) 5 cc in Arbeit: verfahren wie bei a); 5 Minuten geschüttelt: gewogen aus 5 cc Äther: 0,0346 g Fett =  $34,6$  g in 1 l. d) 10 cc in Arbeit; verwendet 15 g Thon, 10 g Natriumsulfat, 100 cc Äther; 10 Minuten geschüttelt: gewogen aus 50 cc Äther: 0,1734 g Fett =  $34,7$  g in 1 l.

##### Versuch II. Vollmilch.

Gewichtsanalytische Methode. a) 5 cc in Arbeit; 6 Stunden extrahirt; Sand im Extractionsapparat mit Äther über Nacht stehen lassen; nochmals 3 Stunden extrahirt: gewogen: 0,1800 g Fett =  $36,0$  g in 1 l. b) 5 cc in Arbeit: das

Eingedampfte besonders fein gepulvert: 5 Stunden extrahirt; gewogen: 0,1799 g Fett; nachträglich noch 2 Stunden extrahirt; gewogen: 0,0001 g Fett. Zusammen: 0,1800 g Fett =  $36,0$  g in 1 l.

Neue Methode. a) 5 cc in Arbeit; verwendet 7,5 g Thon, 5 g Natriumsulfat, 25 cc Äther; 5 Minuten geschüttelt; gewogen aus 5 cc Äther: 0,0361 g Fett =  $36,1$  g in 1 l. b) 5 cc in Arbeit; verfahren wie bei a); gewogen aus 5 cc Äther: 0,0361 g Fett =  $36,1$  g in 1 l. c) 5 cc in Arbeit; verwendet ein inniges Gemenge von 7,5 g Thon und 1 g kohlensaurem Kalk (weil die Milch inzwischen etwas gesauert zu haben schien), 5 g Natriumsulfat, 25 cc Äther; 5 Minuten geschüttelt; gewogen aus 5 cc Äther: 0,0361 g Fett =  $36,1$  g in 1 l.

#### Versuch III. Gewässerte Milch.

Gewichtsanalytische Methode. a) 5 cc in Arbeit; vermischt mit 20 g Sand, 1 g kohlensaurem Kalk und etwas schwefelsaurem Natron: 4 Stunden extrahirt: das Gemisch mit Äther über Nacht im Extractionsapparat stehen lassen; nochmals 2 Stunden extrahirt; gewogen: 0,1062 g Fett =  $21,2$  g in 1 l. b) 5 cc in Arbeit; verfahren wie bei a): 4 Stunden extrahirt; das Gemisch mit Äther 36 Stunden im Extractionsapparat stehen lassen; nochmals 2 Stunden extrahirt: gewogen: 0,1059 g Fett =  $21,2$  g in 1 l.

Neue Methode. a) 5 cc in Arbeit; verwendet 7,5 g Thon, 5 g Natriumsulfat, 25 cc Äther; 5 Minuten geschüttelt; gewogen aus 5 cc Äther: 0,0212 g Fett =  $21,2$  g in 1 l. b) 5 cc in Arbeit: verfahren wie bei a): gewogen aus 5 cc Äther: 0,0212 g Fett =  $21,2$  g in 1 l. c) 5 cc 24 Stunden später in Arbeit genommen; verwendet ein inniges Gemenge von 7,5 g Thon und 1 g kohlensaurem Kalk, 5 g Natriumsulfat, 25 cc Äther; 5 Minuten geschüttelt; gewogen aus 5 cc Äther: 0,0212 g Fett =  $21,2$  g in 1 l.

#### Versuch IV. Magermilch.

Gewichtsanalytische Methode. 5 cc in Arbeit; dem Sande kein Natriumsulfat hinzugefügt; 6 Stunden extrahirt; gewogen: 0,0116 g Fett: nachträglich noch 3 Stunden extrahirt; gewogen: 0,0020 g Fett. Zusammen 0,0136 g Fett =  $2,7$  g in 1 l.

Neue Methode. a) 5 cc in Arbeit; verwendet 7,5 g Thon, 5 g Natriumsulfat, 25 cc Äther; 10 Minuten geschüttelt; gewogen aus 5 cc Äther: 0,0029 g Fett =  $2,9$  g in 1 l. b) 5 cc in Arbeit: verfahren wie bei a): 5 Minuten geschüttelt; gewogen aus 5 cc Äther: 0,0029 g Fett =  $2,9$  g in 1 l. c) 10 cc in Arbeit: verwendet 15 g Thon, 10 g Natriumsulfat, 100 cc Äther; 5 Minuten gewogen aus 50 cc Äther 0,0142 g Fett =  $2,8$  g in 1 l.

#### Versuch V. Magermilch.

Gewichtsanalytische Methode. 5 cc in Arbeit; dem Sande vorher 2,5 g wasserfreies schwefelsaures Natron hinzugemischt; 8 Stunden extrahirt; gewogen: 0,0156 g Fett: nachträglich noch 3 Stunden extrahirt: gewogen: 0,0005 g Fett: zusammen 0,0161 g Fett =  $3,2$  g in 1 l.

Neue Methode. a) 5 cc in Arbeit; verwendet 7,5 g Thon, 5 g Natriumsulfat, 25 cc

Äther; 10 Minuten geschüttelt; gewogen aus 5 cc Äther: 0,0033 g Fett = 3,3 g in 1 l. b) 5 cc in Arbeit; verfahren wie bei a); 5 Minuten geschüttelt; gewogen aus 5 cc Äther: 0,0034 g Fett = 3,4 g in 1 l.

#### Versuch VI. Magermilch.

Gewichtsanalytische Methode. 5 cc in Arbeit; vermischt mit einem innigen Gemenge von 20 g feinstem Sand, 2,5 g Natriumsulfat und 1 g kohlensaurem Kalk; das Eingedampfte höchst fein gepulvert; 8 Stunden extrahirt; gewogen: 0,0144 g Fett = 2,9 g in 1 l.

Neue Methode. a) 5 cc in Arbeit; verwendet ein inniges Gemisch von 7,5 g Thon und 1 g kohlensaurem Kalk, 5 g Natriumsulfat, 25 cc Äther; 5 Minuten geschüttelt; gewogen aus 5 cc Äther: 0,0031 g Fett = 3,1 g in 1 l. b) 5 cc in Arbeit; verfahren wie bei a); gewogen aus 5 cc Äther: 0,0032 g Fett = 3,2 g in 1 l. c) 5 cc in Arbeit; verfahren wie bei a); gewogen aus 5 cc Äther: 0,0031 g Fett = 3,1 g in 1 l.

Wir haben unsere Versuche weiterhin auch auf Buttermilch und saure Milch ausgedehnt und sind dabei ebenfalls zu günstigen Ergebnissen gelangt. Die genannten Erzeugnisse müssen bekanntlich neutralisiert und in homogene Flüssigkeitsgemische zurückverwandelt werden, bevor man sie zur Bestimmung ihres Fettgehaltes in Untersuchung nehmen kann. Um dies zu erreichen, erwärmen wir die Buttermilch oder saure Milch auf ungefähr 45°, versetzen je 1 l der Flüssigkeit mit 10 g doppeltkohlensauren Natrons, schütteln 5 Minuten lang kräftig um und lassen dann unter dem Strahl der Wasserleitung rasch auf Zimmertemperatur erkalten. Die von uns erhaltenen Zahlen wollen wir aber erst mittheilen, wenn wir uns versichert haben werden, dass ausser Fett kein anderer Bestandtheil der neutralisierten Milchprodukte in die ätherische Lösung eingeht. Auch wollen wir noch versuchen, den Kaolin ganz durch gefällten kohlensauren Kalk zu ersetzen, um vielleicht die Anwendung des Natriumbicarbonats zu umgehen.

Um das neue Verfahren auch dem Falle anzupassen, dass keine chemische Wage zur Verfügung steht, haben wir eine Wägevorrichtung ersonnen, welche es ermöglicht, den Fettgehalt der Milch in Prozenten unmittelbar abzulesen. Wir bedienten uns einer Art von Schnellwage, welche nur eine Endschneide besitzt; an diese hängt man das Kölbchen mit dem Milchfett und verschiebt dann, um das Gleichgewicht wieder herzustellen, auf dem Wagebalken ein Laufgewicht, dessen Masse sich aus dem durchschnittlichen spezifischen Gewicht der Milch, aus den quantitativen Versuchsbedingungen und der Anordnung der Theilung auf dem Wagebalken berechnet, und dessen Form man so

zu wählen hat, dass sein Schwerpunkt mit Schärfe ermittelt werden kann. Die Wage ist für sich im Gleichgewicht, wenn das leere Kölbchen an derselben hängt, und eine bestimmte Marke des flächenförmigen Laufgewichts (z. B. dessen linke Grenzlinie) auf den Nullpunkt der Theilung zeigt, während gleichzeitig der Schwerpunkt des Laufgewichts mit dem Angriffspunkt des Kölbchens auf der Endschneide in derjenigen Verticalebene liegt, welche der Mittelschneide parallel ist. Das Laufgewicht wird nicht sprunweise, sondern stetig verschoben; es gleitet derartig auf dem Wagebalken, dass seine Masse mit der des letzteren immer starr verbunden zu denken ist.

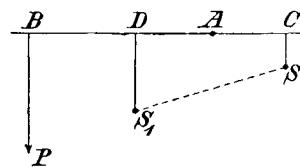


Fig. 237.

In Fig. 237 bedeute  $BC$  den Wagebalken mit der Mittelschneide  $A$  und der Endschneide  $B$ :  $C$  sei der Fußpunkt des Lothes, welches man vom Schwerpunkte  $S$  des Wagebalkens,  $D$  der Fußpunkt des Lothes, welches man vom Schwerpunkte  $S_1$  des Laufgewichts auf  $AB$  gefällt hat. Das Gewicht des Wagebalkens (ohne Laufgewicht) sei  $Q$ , dasjenige des Laufgewichts  $p$ , und dasjenige des leeren tarirten Kölbchens  $P$ ; endlich sei Strecke  $AC = l$ ,  $AB = l_1$ .

Befinden sich nun im Kölbchen  $p$  mg Milchfett, so muss das Laufgewicht aus seiner Anfangslage um die Strecke  $BD = x$  verschoben werden, damit wieder Gleichgewicht eintritt. Es ist alsdann, wenn man sich  $S$  mit  $S_1$  starr verbunden denkt:

$$(P + p) l_1 = (Q + q) \left[ 1 - \frac{(l + l_1 - x) q}{Q} \right]. \quad (1)$$

Nach den obigen Angaben hat man aber die Wage so eingestellt, dass für  $p = 0$  auch  $x = 0$  wird, also ist:

$$P l_1 = (Q + q) \left[ 1 - \frac{(l + l_1) q}{Q} \right]. \quad (2)$$

Subtrahirt man die zweite Gleichung von der ersten, so erhält man:

$$p l_1 = \frac{x (Q + q) q}{Q}; \quad (3)$$

die Strecke  $x$  ist also dem Gewichte  $p$  des Milchfettes proportional. Die Empfindlichkeit des Instrumentes ändert sich indessen im Allgemeinen mit der Grösse  $x$ . Bezeichnet man die Strecke, um welche der Schwerpunkt des Systems  $S + S_1$  von der Geraden  $AB$  entfernt ist, mit  $d$ , den Ausschlagswinkel für ein Übergewicht  $w$  im Kölbchen mit  $\alpha$ , so berechnet sich

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{d} \cdot \frac{w l_1}{Q + q}; \quad (4)$$

also ist  $\alpha$  mit  $d$  von  $x$  abhängig. Im vorliegenden Falle wird diese Veränderlichkeit zwar dadurch belanglos, dass  $q$  im Verhältniss zu  $Q$  nur eine geringe Grösse besitzt; vermehrt sich aber die Masse von  $q$  bedeutend, so hat man Form und Stoff des Laufgewichtes so zu wählen, dass der Schwerpunkt des letzteren möglichst in der gleichen Höhe liegt wie der Schwerpunkt des Wägebalkens.

[Schluss folgt]

## Einige Anwendungen des Barothermoskops und der absoluten Millesimalscala in Theorie und Praxis.

Von

F. Salomon.<sup>1)</sup>

Die ausserordentliche Klarheit, welche alle rechnerischen Vorgänge auf dem Gebiete der Gasometrie erhalten, wenn man die von mir (d. Z. 1893, 376) vorgeschlagenen Änderungen der Temperaturscala und der Barometerscala zur Anwendung bringt und sich gleichzeitig des a. a. O. angegebenen Barothermoskops bedient, gibt mir Verlassung, auf diesen Gegenstand zurückzukommen und in besonderen Beispielen die weitgehende Verwendungsfähigkeit der betr. Instrumente zu illustrieren.

### I. Reduction auf Normaltemperatur 0° C. (1000 Sln.)

Bedeutet  $V^0$  = Volumen bei 0° C.,  $V$  = Volumen bei der Beobachtungstemperatur,  $t = 0^\circ$  C.,  $T = 0^\circ$  Salomon, so hatte man für die Reduction eines Gases auf die Normaltemperatur 0° C. bisher die Formel

$$V^0 = \frac{V \cdot 273}{273 + t}; \quad (1)$$

bei Anwendung der Millesimalscala lautet dieselbe

$$V^0 = \frac{V \cdot 1000}{T}. \quad (2)$$

### II. Reduction auf Normaldruck 760 mm Hg. (1000 Milliatmosph.)

Für die Reduction eines Gases auf den Normaldruck setzte man bisher

$$V^0 = \frac{V \cdot B}{760}, \quad (3)$$

wobei  $B$  den abgelesenen Barometerstand bedeutet.

Bei Anwendung der Milliatmosphären ist

$$V^0 = \frac{V \cdot P}{1000}, \quad (4)$$

wenn  $P$  den abgelesenen Druck in Milliatmosphären darstellt.

Vereinigt man beide Formeln, so ist

$$V^0 = \frac{V \cdot 273 \cdot B}{(273 + t) 760} \quad (5)$$

<sup>1)</sup> Vortrag, gehalten auf der Hauptversammlung in Köln (vgl. S. 386 d. Z.).

oder

$$V^0 = \frac{V \cdot B}{760 (1 + 0,00366 t)} \quad (6)$$

die frühere, dagegen

$$V^0 = \frac{V \cdot P}{T} \quad (7)$$

der jetzige einfache Ausdruck zur Berechnung des Normalvolumens trockner Gase.

### III. Reduction feuchter Gase.

Tritt der Wasserdampf in's Spiel, haben wir also das Gasvolumen feucht gemessen, so nahm man bisher

$$V^0 = \frac{V \cdot 273 (B - f)}{(273 + t) 760}, \quad (8)$$

während bei Anwendung der Millesimalscala für die Temperatur und der Milliatmosphären für den Druck

$$V^0 = \frac{V \cdot P - f}{T} \quad (9)$$

zur Berechnung des trocknen Gasvolumens von 0° und 760 mm Druck bez. 1000° Sln. und 1000 Milliatmosphären dient, wobei  $f$  die Tension des Wasserdampfes in Milliatmosphären bedeutet.

Beispiel 1. Nehmen wir ein feuchtes Gasvolumen  $V$  von 40,2 cc, 20,6° C. t, 719 mm Druck  $B$  und 18 mm Tension  $f$ , so erhalten wir beim Einsetzen dieser Werthe nach der alten Formel (8)

$$V^0 = \frac{40,2 \cdot 273 \cdot 701}{293,6 \cdot 760} = 34,5 \text{ cc.}$$

Da 20,6° C. = 1075,2° Sln., 701 mm Hg = 922,3 Milliatmosphären, so gibt die neue Formel (9) dagegen die vereinfachte Rechnung

$$V^0 = \frac{40,2 \cdot 922,3}{1075,2} = 34,5 \text{ cc.}$$

Soll das Normalvolumen  $V^0$  eines Gases auf ein Volumen  $V$  von anderer Temperatur und Druck und mit Feuchtigkeit gesättigt umgerechnet werden, so ist statt der Gleichung

$$V = \frac{V^0 (273 + t) 760}{273 (B - f)} \quad (10)$$

$$\text{die einfache } V = \frac{V^0 \cdot T}{P - f} \quad (11)$$

zu verwenden.

Wie die Umrechnung der Celsiusgrade in die Grade meiner Scala, sowie der Millimeter Hg in die Milliatmosphären mühelos zu erreichen ist, habe ich a. a. O. gezeigt, die graphische Methode gestattet, in Zeit von wenigen Minuten eine für alle Fälle ausreichende Tabelle zu entwerfen; für die Umrechnung können auch noch folgende Formeln dienen:

$$\text{Celsiusgrade} = (\text{Sln.}^\circ - 1000) \cdot 0,273$$

$$\text{Salomongrade} = {}^\circ\text{C.} \cdot 3,665 + 1000$$

$$1 \text{ Atmosphäre} = 76 \cdot 13,595 \text{ g Hg} = 1033,3 \text{ g}$$

$$1 \text{ mm Hg} = 1,316 \text{ Milliatmosphären}$$

$$1 \text{ Milliatmosphäre} = 0,76 \text{ mm Hg.}$$

Die Tabellen von Landolt und Börnstein Tafel No. 5 und 6 geben die genauen Werthe direct.