

Bei dieser Gelegenheit sei noch schliesslich bemerkt, dass der oben-
genannte Hr. Dr. *Le Jolis* eine wegen ihrer Reichhaltigkeit sehr sehens-
werthe Algen-Collection besitzt, wie wohl nicht leicht irgend ein anderer
privater Botaniker. Auch dürfte es Pflanzenfreunden nun möglich sein, um in
einen entsprechenden Austausch mit seinen zahlreichen Algen-Doublotten
zu treten, mit ihm eine billige Verbindung anzuknüpfen. Wir verweisen in
dieser Beziehung neuerdings auf eine, von uns bereits im Jahrgange 1858
der vorliegenden Zeitschrift (S. 40) bekanntgemachte briefliche Notiz des-
selben Hrn. Verfassers.

Ueber die bei der Dichtenbestimmung fester Körper möglichen Fehler.

Von Prof. Dr. *Victor Pierre*.

Ein in der letzten Nummer dieser Zeitschrift enthaltener Aufsatz des
Assistenten am polytechnischen Institute, Herrn *Franz Stölba*, über die
Dichtenbestimmung solcher Körper, die im Wasser löslich sind, veranlasst
mich einige kleine Bemerkungen über Dichtenbestimmungen überhaupt mit-
zuthellen, von denen ich glaube, dass sie manchem Leser unserer Zeit-
schrift, insbesondere aber den Mineralogen, nicht unwichtig erscheinen
dürften.

Bei jeder Messung handelt es sich nämlich nicht darum, überhaupt
eine Zahl zu erhalten, sondern es soll diese Zahl auch eine möglichst ver-
lässliche sein. Man muss sich daher klar machen, von welchem Einflusse
die unvermeidlichen Fehler jeder Messung auf das zu erlangende Resultat
sein können, wenn man den Grad der Genauigkeit desselben beurtheilen
will. Gegen diese ebenso natürliche als unabweisliche Forderung wird
jedoch häufiger, als man glauben sollte, gefehlt. Man hielt von vorneherein
den Einfluss der Fehler für unbedeutend, besonders dann, wenn etwa für
gewisse praktische Zwecke eine besonders scharfe Bestimmung eben nicht
gefordert wird, ohne sich durch das einzige Mittel, das mit Sicherheit
Aufschluss zu geben vermag, durch die Rechnung nämlich, die Ueberzeugung
verschafft zu haben, dass die Ungenauigkeit der Messung in der That
jene Gränzen nicht übersteige, die für den vorliegenden Zweck gefordert
werden muss.

Dichtenbestimmungen bieten sogleich ein derartiges Beispiel. Man
glaubt Alles gethan zu haben, wenn man eine sehr empfindliche Wage hat
und die in den physikalischen Lehr- und Handbüchern angegebenen Vor-
sichtsmassregeln befolgt; und doch kann es sehr leicht vorkommen, dass

man mit der besten Wage, mit sorgfältig verglichenen Gewichten und aller Routine im Gebrauche dieser Dinge nicht im Stande ist, die Dichte eines Körpers bis auf eine oder mehrere Einheiten, vielweniger auf mehrere Decimalen sicher zu erhalten.

In wie ferne dieses möglich sei, wird aus Folgendem erhellen: Jedes durch gewöhnliche Wägung erhaltene Gewicht ist, abgesehen von dem Gewichtsverluste in der Luft, immer mehr oder weniger unrichtig. Der Grad der Empfindlichkeit der Wage, die übrig bleibende, nicht selten veränderliche Unrichtigkeit derselben, die selbst bei den besten Gewichtseinsätzen allmählig sich einstellenden Aenderungen der Gewichtsstücke setzen der Genauigkeit der Wägungen gewisse Gränzen, wozu noch kömmt, dass bei Dichtenbestimmungen gewisse Fehler bei der Ausführung der bei den verschiedenen Methoden der Dichtenbestimmung erforderlichen Operationen unvermeidlich sind. Den Einfluss dieser Fehlerquellen zu beurtheilen, ist der Zweck dieser Mittheilung.

Wie bekannt, erhält man die relative Dichte eines Körpers bezüglich jenes des Wassers durch die Formel:

$$\Delta = \frac{p}{q}$$

wobei p das Gewicht des Körpers, q jenes eines dem Volumen des Körpers gleichen Volumens Wasser von bestimmter Temperatur ist. Ohne Rücksicht auf den Gewichtsverlust in der Luft und etwaige Aenderungen der Temperatur während der Wägungen, wird der gefundene Werth von Δ unrichtig sein, weil jedes der beiden Gewichte p und q mit einem gewissen, immerhin kleinen Fehler behaftet ist. Sind nun dp und dq diese Fehler, so erhält man durch Differenzieren der obigen Formel als Fehlergleichung:

$$d\Delta = \frac{dp}{q} - \Delta \frac{dq}{q}$$

und es ist $d\Delta$ (entweder positiv oder negativ, je nach dem Zeichen von dp und dq) der in der Dichtenbestimmung in Folge fehlerhafter Gewichtsbestimmung auftretende Fehler. Man sieht nun sogleich, dass ein Fehler in der Bestimmung von q einen sehr grossen Einfluss haben kann, wenn Δ gross, q dagegen aber klein ist, d. h. wenn man es bei einer Dichtenbestimmung mit einer nur geringen Menge einer sehr dichten Substanz zu thun hat. Ein Beispiel möge dies erläutern: Es wurde die Dichte einer vor dem Knallgasgebläse erhaltenen Platinkugel mittelst des Piknometers auf einer vorzüglichen Wage, die ein Zehntel Milligramm ausschlägt, zu bestimmen versucht. Das Gewicht des Platinkügelchens betrug 0.0277 Gramme; für q ergab sich der Werth 0.0014 Gramme. Nimmt man die

Dichte des Platins gleich 21.7, so erhält man für *den von einem ein Zehntel Milligramm nicht übersteigenden Fehler in der Bestimmung von q herührenden Fehler der Dichtenbestimmung* :

$$dA = \frac{21.7 \times 0.0001}{0.0014} = 1.55$$

d. h. die gefundene Dichte ist um mehr als eine volle Einheit unsicher. In der That ergeben die gefundenen Werthe von p und q die Dichte des Platinkügelchens gleich 19.8 statt 21.7 und zwar trotzdem dass die Wägungen mit aller Sorgfalt vorgenommen, eine vorzügliche Wage und ein genau verglichener Gewichtseinsatz angewendet wurde. Wer aber je mit einer feinen Wage gearbeitet hat, wird wissen, was es heissen will, eine Gewichtsbestimmung auf ein Zehntelmilligramm genau und sicher zu erhalten. Würde man eine weniger empfindliche Wage gebraucht haben, eine solche, die etwa nur ein Viertelmilligramm noch ausschlägt, so würde die Unsicherheit noch $2\frac{1}{2}$ mal grösser geworden sein und beinahe 4 Einheiten betragen haben.

Man kann hieraus ersehen, wie sehr man irren würde, wenn man glaubte, mit einer hinreichend empfindlichen Wage und sorgfältigem Wägen sei Alles abgethan. Es wird aber auch sofort erhellen, *dass man keiner Dichtenbestimmung einen Werth beilegen kann, bei welcher der untersuchte Körper von etwas grösserer Dichte war und dabei ein kleineres Volum hatte*, sowie dass man umgekehrt selbst mit einer weniger empfindlichen Wage sehr gute Dichtenbestimmungen erhalten kann, wenn man im Stande ist, von dem zu untersuchenden Körper ein so grosses Volumen in Anwendung zu bringen, dass der Quotient $\frac{A}{q} < 1$ wird.

In den meisten Fällen genügt es zur Schätzung der Genauigkeit einer Dichtenbestimmung, wenn man die Fehler in der Bestimmung von p und q gleich gross, also $dp = dq$ nimmt; dann erhält man für den Fehler der Dichtenbestimmung die Gleichung:

$$dA = (1-A) \frac{dp}{q}$$

Wenn es sich nun darum handelt, eine Dichtenbestimmung vorzunehmen, so wird man vor Allem darauf zu sehen haben, dass man von dem zu untersuchenden Körper eine hinreichend grosse Menge in Anwendung bringe, um das Gewicht q so gross als möglich zu machen. Kann man dies aber nicht, so dient die vorstehende Gleichung zur Beurtheilung der Sicherheit des gefundenen Werthes für die Dichte in folgender Art:

Man macht die Bestimmungen von p und q so scharf und sorgfältig als möglich und erhält aus der Gleichung

$$\Delta = \frac{p}{q}$$

einen Werth für die Dichte, der um so unsicherer sein wird, je grösser Δ und je kleiner q ist. Mit dem gefundenen Werthe von Δ geht man nun ein in die Gleichung:

$$d \Delta = (1 - \Delta) \frac{dp}{q}$$

indem man in derselben für dp das kleinste Gewicht setzt, welches man an der Wage noch mit Sicherheit bestimmen kann, und erhält den wahrscheinlichen Fehler der Bestimmung. Die so gefundene Zahl ist aber nicht etwa der grösstmögliche Fehler, der überhaupt begangen werden kann, da der Fehler dp nicht bloss von der Empfindlichkeits-Gränze der Wage, sondern auch noch von anderen Umständen (z. B. Unrichtigkeiten der Wage und des angewendeten Gewichtseinsatzes, mangelhafter Ausführung der Operationen u. dgl.) abhängt.

Noch eine nützliche Anwendung lässt sich von der vorstehenden Gleichung machen. Wenn man dieselbe nach q auflöst, erhält man nämlich:

$$q = \frac{(1 - \Delta)}{d \Delta} dp.$$

Ist nun die Dichte eines Stoffes beiläufig bekannt, so lässt sich mittelst dieser Gleichung jener Werth von q finden, der bei gegebener Empfindlichkeit der Wage (also gegebenem dp) erhalten werden müsste, um die Dichte bis auf eine bestimmte Anzahl von Decimalen (also bis zu einem bestimmten Werthe von $d \Delta$) genau zu erhalten. Bedient man sich nun des Grammgewichtes, so gibt die Zahl, welche man für q findet, zugleich auch die Anzahl Kubikcentimeter, welche von dem zu untersuchenden Körper wenigstens angewendet werden müssten, um die Dichte bis zu der geforderten Gränze genau zu erhalten. Handelte es sich z. B. darum, bei einem Körper, dessen Dichte beiläufig = 19 gefunden wurde, die Dichte bis auf eine Einheit der dritten Decimale sicher zu erhalten, wenn man eine Wage hat, die noch $\frac{1}{4}$ Milligramm ausschlägt, so hätte man $1 - \Delta = -18$, $d \Delta = -0.001$, für dp wird man nehmen können $dp = 0.00025$ und findet damit $q = 4.5$ Gramme; d. h. man würde, um unter den gegebenen Verhältnissen die Dichte bis auf ein Tausendstel sicher zu erhalten, von dem fraglichen Körper wenigstens $4\frac{1}{2}$ Kubikcentimeter benöthigen. Würde die Dichte nur bis auf ein Hundertstel genau sein sollen, so hätte man $d \Delta = -0.01$ zu setzen, und fände $q = 0.45$, d. h. es wurde beiläufig

$\frac{1}{2}$ Kubikcentimeter Substanz hinreichen, um in der Zahl für die Dichte noch die Hundertstel richtig zu haben.

Da nun so ausserordentlich viel auf eine genaue Bestimmung von q ankömmt, so wäre es allerdings nicht uninteressant, die verschiedenen Methoden, die man zur Dichtenbestimmung fester Körper in Anwendung bringt, unter diesem Gesichtspunkte kritisch zu beleuchten. Da aber dies eine eingehendere Besprechung nöthig machen würde, für die augenblicklich nicht Raum ist, so möge dies einer späteren Gelegenheit vorbehalten und vorläufig nur so viel bemerkt werden, dass die am wenigsten verlässlichen Bestimmungen jene sind, die mit dem Gewichts-Äräometer gemacht werden; besser sind die Dichtenbestimmungen mit der hydrostatischen Wage unter Anwendung aller möglichen Vorsichtsmassregeln. Doch setzt hier der Widerstand des Mittels und die Reibung, welcher das in das Wasser eingetauchte, zur Aufnahme des zu untersuchenden Körpers dienende Schälchen ausgesetzt ist, der Genauigkeit sehr bald eine Gränze. Am besten fährt man immer mit dem Piknometer. Das Schlechteste aber, was man thun kann, ist, wenn man, wie man hin und wieder angegeben findet, den zu untersuchenden Körper mittelst einer Schlinge von Platindraht oder gar von Pferde- oder Menschenhaar an der kürzer gehängten Schale der hydrostatischen Wage aufhängt.

Die verticale Verbreitung der Seeorganismen und deren Ursachen.

Von *Jul. Walter* in Prag.

(Vorgetragen in der Versammlung des Lotos-Vereins am 12. Januar l. J.)

Jeder Welttheil hat bekanntlich seine eigenthümlichen Bewohner, von den Eisfeldern des Nordens bis zu den üppigen Tropengegenden, von der Gränze des ewigen Schnees auf den höchsten Gipfeln der Berge bis selbst auf den Boden des Meeres. Die Pflanzen und Thiere der gemässigten und kalten Regionen des Nordens sind verschieden von denen der entsprechenden Klimate in der südlichen Hemisphäre; andere vegetabilische und animalische Formen begegnen unsern Blicken auf dem Scheitel hoher Berge als an dem Fusse derselben.

Dieser wunderbare Gestaltenwechsel wiederholt sich auch in den oceanischen Reichen. Auch hier sehen wir eine jede grössere Meeresabtheilung mit ihren eigenthümlichen Bewohnern versehen, auch hier finden wir, in senkrechtem Abstände von der Oberfläche, ähnliche Veränderungen

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Lotos - Zeitschrift fuer Naturwissenschaften](#)

Jahr/Year: 1866

Band/Volume: [16](#)

Autor(en)/Author(s): Pierre Victor

Artikel/Article: [Ueber die bei der Dichtenbestimmung fester Körper möglichen Fehler 22-26](#)