

Ueber ein Aräometer für Dichtigkeiten, welche nur um Weniges die des reinen Wassers übertreffen

Autor(en): **Fellenberg, L.R. von**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Bern**

Band (Jahr): - **(1859)**

Heft 424-426

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-318672>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Nr. 424 — 426.

L. R. v. Fellenberg.

**Ueber ein Aräometer für Dichtigkeiten,
welche nur um Weniges die des reinen
Wassers übertreffen.**

(Hiezu Tafel 1.)

Vorgetragen den 18. December 1858.

Bei der Untersuchung von Mineralwassern ist die Kenntniss der Dichtigkeit derselben wichtig, um aus dem Volumen derselben auf deren Gewicht schliessen zu können. Die übliche Methode der Bestimmung des spezifischen Gewichtes besteht in der Abwägung eines Gefässes voll des zu untersuchenden Wassers bei einer bestimmten Temperatur, und in der Vergleichung des Gewichtes des Wassers mit demjenigen eines gleichen Volumens reinen Wassers von derselben Temperatur. Bei der Dichtigkeitsbestimmung von Flüssigkeiten, die um einen sehr bedeutenden Bruchtheil von derjenigen des destillirten Wassers abweichen, reichen kleinere Gefässe, z. B. die 1000-Granfläschchen, vollkommen aus, und sind auch in Bezug auf richtige Temperatur und absolutes Gewicht derselben auf genauen Waagen leicht zu handhaben. Differiren aber die zu untersuchenden Flüssigkeiten, wie z. B. die meisten Mineralwasser, nur um sehr Weniges von der Dichtigkeit des reinen Wassers, so reichen die 1000-Granfläschchen nicht mehr aus, und um entscheidende Resultate zu erhalten, müssen schon weit grössere

Wassermengen gewogen werden, was empfindlichen analytischen Waagen Gefahr bringt, da dann schon Pfunde oder Kilogramme auf die Waagschalen gelegt werden müssen. Diese und auch andere Schwierigkeiten haben mich auf ein anderes Mittel sinnen lassen, die spezifischen Gewichtsbestimmungen auf eine einfachere Weise auszuführen.

Von allen Methoden, die ich durchdachte, kam mir die Anwendung des Aräometers als die einfachste vor. Aber die vorhandenen Instrumente sind meistens der Art konstruirt, dass die Skala auf dem Stengel eine sehr bedeutende Steigerung oder Abnahme der Dichtigkeit anzeigt; und das konnte nicht anders sein, denn der Stengel bildet bei allen einen sehr bedeutenden Bruchtheil des Volumens so wie des Gewichtes des ganzen Instrumentes. Um meinen Zweck zu erfüllen, musste der die Skala aufzunehmende Stengel gegen das Gefäss des Aräometers sehr bedeutend verkleinert werden. Aber die Grenze der Verkleinerung des Stengels war bald erreicht, und nun musste das Gefäss vergrössert werden. Einige vorgängige Berechnungen hatten mich belehrt, dass der Stengel des Instrumentes wo möglich bis auf 1 Prozent desselben oder noch weiter vermindert werden müsse, damit eine 100 theilige Skala wenn möglich Zehntausendtel des absoluten Gewichtes und des Volumens des Instrumentes anzeigen könne. So viel stand in meiner Ueberzeugung fest, dass wenn das durch das Gefäss des Aräometers verdrängte Wasser um 1 Proz. schwerer als reines Wasser sei, der ganze Stengel des Instrumentes über die Flüssigkeit hervorrage, und dass also das Maximum der Dichtigkeit meines hypothetischen Instrumentes eine einprozentige Flüssigkeit anzeigen müsse. Um diese Schlüsse zu prüfen, wurde ein Probe-Aräometer zusammengesetzt.

Eine 8 Unzen Reagensflasche wurde verkorkt, und durch den Kork ein $1\frac{1}{2}$ Linien weites Glasröhrchen gesteckt, und der Kork, um ihn gegen das Wasser zu schützen, mit Siegellack überzogen. Hierauf wurde das Glas mit Schrot beschwert, bis es gerade im Wasser bis an die Randöffnung untergetaucht schwamm. Das Glas wurde abgetrocknet und gewogen; sein Gewicht betrug 332,2 Gramme, und verdrängte also ein nahezu gleiches Gewicht, oder 332,2 Kubikcentimeter Wasser von 5° R.

Es wurde nun ein Glasröhrchen von 4 Millimetern äusserem Durchmesser und 1 Decimeter Länge im Innern mit einer um eine starke Stricknadel gewundenen Skala von 100 Millimetern versehen, dasselbe gewogen und das Volumen Wasser bestimmt, welches dasselbe, am untern Ende mit Wachs verschlossen, verdrängte. Dieses Gewicht wurde an Schrot in die Flasche gegeben und nun der Stengel mittelst Guttapercha im Glasröhrchen, welches im Korke steckte, festgekittet. Das obere Ende des Stengels wurde ebenfalls mit Guttapercha verschlossen, und ein Ohrchen von Platindraht an diesem obern Ende eingekittet. Nun wurde das so hergerichtete Instrument in destillirtes Wasser von 1° R. *) gesenkt; es schwamm bis zum 15. Skalastriche in Wasser eingesenkt. Zwei kleine plattgeschlagene Schrotkörnchen, die noch in das Siegellack am Halse der Flasche eingeschmolzen wurden, beschwerten das Instrument zum Einsinken bis nahe an's Ohrchen, in Wasser von 1° R.

Um nun zu erfahren, welchem spez. Gewichte der hundertste Theilstrich der Skala entspräche, wurde das Aräometer wohl abgetrocknet und gewogen. Sein Gewicht

*) Die gerade herrschende Temperatur.

betrug 333,257 Grammen. Das Instrument wurde nun an einer im Gleichgewicht befindlichen Waage, bis zum Nullpunkt der Skala in Wasser eingesenkt, aufgehängt. Wenige Milligramme waren nöthig, um das gestörte Gleichgewicht wieder herzustellen, so dass also das Gewicht des Aräometers in Grammen sein Volumen in Kubikcentimetern ausdrückt. Nun wurde das Niveau des Wassers im Gefässe bis zum hundertsten Theilstriche der Skala entfernt, und das gestörte Gleichgewicht durch Auflegen von Gewichten hergestellt. Es wurden 1,027 Grammen erfordert, welche also bedeuten, dass eine Flüssigkeit, in welcher das Aräometer bis zum hundertsten Theilstriche einsinkt, bei einem Volumen gleich dem des eingesenkten Theiles, also $333,257 - 1,027 = 332,23$ Kubikcentimeter so viel wiegt, als das ganze Instrument, nämlich dass sein spez. Gewicht $= \frac{333,257}{332,23} = 1,003$ ist, also um 3 Tausendtel schwerer, als destillirtes Wasser von gleicher Temperatur ist.

Somit hätte also dieses Probe-Instrument meinen Zweck erfüllt, da es alle spezifischen Gewichte von 1,0 bis 1,003 anzugeben vermag, wobei freilich auf die genaue Beobachtung der Temperatur der Flüssigkeit die grösste Sorgfalt zu verwenden ist.

Vermittelst dieser eben auseinandergesetzten Prüfung und Justirung des Instrumentes bedarf es nur reinen Wassers von genau bekannter Temperatur und einer guten Waage. Will man das Aräometer zwischen gewissen anderen Grenzen von Dichtigkeiten verwenden, so verlängert man den Stengel und beschwert es mit Schrot, bis man die gewünschten Grenzen erreicht hat. Zu diesem Gebrauche habe ich oben am Stengel das

Oehrchen angebracht, um es an die Waage aufhängen zu können.

Nun noch einige Worte über die von mir gebrauchte Skala. Dieselbe könnte nach der bekannten Formel berechnet, oder mittelst der Schmidt'schen geometrischen Konstruktion graphisch dargestellt werden.

Doch schon eine flüchtige Betrachtung der Dichtigkeitsdifferenz der extremen Punkte der Skala von 1,000 und 1,003 oder 3 Tausendteln zeigt das Ueberflüssige der graphischen Konstruktion einer Skala, welche, wie folgende berechnete Tabelle beweist, doch gleichtheilig würde. In die Formel $\frac{V' - V}{V'' - V} = \frac{S - S'}{S - S''} \cdot \frac{S''}{S'}$ sind als Werthe einzuführen: $S = 1,000$; $S'' = 1,0031$; S' nimmt successive alle zehn aufsteigenden Werthe von $S = 1$ bis $S'' = 1,0031$ an. Die Länge der Skala $V'' - V$ ist = 10 Centimetern. So erhalten wir folgende Resultate für die Skala.

Skalapunkt	0 ⁰ . . .	0,1000, entsprechend	1,000	sp. Gw.
„ „	10 ⁰ . . .	0,10028	„ „	1,00031 „ „
„ „	20 ⁰ . . .	0,20050	„ „	1,00062 „ „
„ „	30 ⁰ . . .	0,30065	„ „	1,00093 „ „
„ „	40 ⁰ . . .	0,40074	„ „	1,00124 „ „
„ „	50 ⁰ . . .	0,50078	„ „	1,00155 „ „
„ „	60 ⁰ . . .	0,60074	„ „	1,00186 „ „
„ „	70 ⁰ . . .	0,70065	„ „	1,00217 „ „
„ „	80 ⁰ . . .	0,80050	„ „	1,00248 „ „
„ „	90 ⁰ . . .	0,90028	„ „	1,00279 „ „
„ „	100 ⁰ . . .	1,1000	„ „	1,00310 „ „

Bei Besichtigung der zweiten Kolumne, wo die erste Decimale nach der Einheit Centimeter ausdrückt, fallen die Differenzen des je zehnten Theilstriches in die Hundertel von Millimetern.

Nach den durch Obiges dargelegten Erfahrungen wurde ein definitives Aräometer von etwa gleichem Volumen konstruirt, aber nach dem Vorbilde des Nicholson'schen, in günstigeren Proportionen. Es wurde nämlich ein Cylinder von 7 Centim. Durchmesser und 10 Centimetern Länge in einen gleichwerthigen Körper zerlegt, dessen Mitte ein Cylinder von gleichem Durchmesser, und dessen beide Enden in Kegel von 60° Scheitelwinkel übergingen. Das eine konische Ende ist im Innern durch eine genau nach seiner Form abgedrehte Bleimasse beschwert, so dass der Schwerpunkt des ganzen Systemes in der Axe des ganzen Körpers und so nahe als möglich an's untere Ende gerückt ist, um beim Schwimmen im Wasser, auch mit einem längeren Stengel versehen, eine senkrechte Stellung einzunehmen. Der andere, nach oben gerichtete Kegel endet in einen cylindrischen Ansatz von etwa 4—5 Millimetern Durchmesser zum Einkitten des Stengels. Dieser besteht aus einer dünnwandigen, geraden, etwa 12—15 Centimetern, auch nach Umständen längeren Röhre von dünnem Glase, welche im Innern mit einer gleichtheiligen Papierskala versehen ist, und mit Siegelack, oder noch besser mit Guttaperchakitt in den cylindrischen Ansatz des oberen Endes des Gefäßes des Aräometers eingekittet ist. Das Gefäß des Aräometers wurde aus dünnem, gewalzten Messingblech durch Hartlöthen mit Silber mit vieler Sorgfalt ausgeführt vom hiesigen Herrn Optikus J. Stucky. Nachdem es, wie oben beim Probeinstrument angegeben worden ist, in destillirtem Wasser von 5° R. justirt war, wog es 330,40 Grammen, und im Wasser beim hundertsten Skalatheile gewogen nur 1,588 Grammen. Es gibt also alle Dichtigkeiten an von 1,000

bis zur Dichtigkeit $\frac{330,40}{330,40 - 1,588} = 1,00478$. Die zuge-

hörigen Skalentheile von 10 zu 10 Graden geben erst in der dritten Decimalstelle Abweichungen von der Gleichtheiligkeit.

Genauigkeit des Aräometers.

Ueber die Art des Gebrauches desselben ist nichts Specielles zu bemerken. Die genaue Beobachtung der Skalatheile ist Sache einiger Uebung, und wird am besten von untenher vorgenommen, indem das Auge den Punkt wahrnimmt, wo die Fläche verschwindet und die Kapillarität, die am Stengel das Wasser in die Höhe zieht, nicht störend auftritt. Einmal die richtige Temperatur des zu prüfenden Wassers hergestellt, ist die Genauigkeit der Resultate dieses Instrumentes wohl eben so verbürgt, als die irgend einer andern Dichtigkeitsbestimmung. Ein Fehler von nur einem Skalatheile (1 Hundertstel der ganzen Skala), der durch wiederholte Beobachtung berichtigt werden kann, macht kaum so viel aus, als ein Wägungsfehler von 1 Centigramm bei einem ganzen Pfunde zu viel oder zu wenig ausmacht; und diesen Fehler auch zugegeben, so wird man demselben wohl kein so grosses Gewicht beilegen, wenn man sich daran erinnert, dass nur von sehr wenigen starren oder flüssigen Körpern die Dichtigkeit bis zur vierten Decimalstelle genau bekannt ist, und dass 1 Skalatheil Irrthum erst die fünfte Decimalstelle afficirt.

Durch Verlängerung des Stengels und der Skala bis zu einem vorher zu bestimmenden Bruchtheile des Gewichtes des Aräometers, z. B. 0,01 oder 0,005, oder auch mehr, lässt sich demselben nach Belieben ein grösserer Umfang an Ausschlag geben.

Durch stärkere Belastung des Instrumentes mit Schrot und Justirung in einer schwereren Flüssigkeit,

als Wasser, z. B. einer von 1,01 Dichtigkeit bis zu der von 1,05, liesse es sich zur Dichtigkeitsbestimmung von Meerwassern mit vieler Sicherheit anwenden. Auf gleiche Weise könnte es durch Verminderung seines Gewichtes und Justirung in einer leichteren Flüssigkeit, z. B. von 0,8, für solche brauchbar gemacht werden.

Die Justirung des Aräometers für die gewöhnlichen Zwecke durch reines Wasser allein, ohne Anwendung anderer Flüssigkeiten, deren verlangte Dichtigkeit doch nie mit hinlänglicher Genauigkeit zur Anwendung als Fundamentalmaass hergestellt werden kann, sichert der hier angegebenen Methode eine grosse Genauigkeit und leichte Ausführbarkeit.

Sie gestattet auch, die Prüfung eines bereits fertigen Instrumentes von zweifelhafter Genauigkeit leicht auszuführen, und dessen Angaben zu korrigiren.

Dass der Aräometerkörper eben so gut, oder, da er wegen Zerbrechlichkeit nicht sehr dünnwandig zu sein braucht, eben so gut aus Glas als aus Metall gefertigt werden könne, ist selbstverständlich, und wäre in vielen Fällen selbst vorzuziehen.

Um die Angaben dieses Aräometers mit denen anderer, z. B. der Greiner'schen, Gay-Lussac'schen etc., vergleichbar zu machen, ist es nöthig, dass das zur Justirung dienende Wasser genau $12,5^{\circ}$ R. oder 15° C. Temperatur besitze; und um der oft nicht ausführbaren Bedingung, das zu prüfende Wasser auf die Temperatur von $12,5^{\circ}$ R. zu bringen, zu entgehen, ist die Berechnung einer Tabelle nöthig, welche die dem Wasser von verschiedenen Temperaturen zukommenden Dichtigkeiten auf die Normaltemperatur von $12,05$ R. reducirt. Diese Tabelle brauchte nur den Umfang von 1° bis etwa 25°

zu haben, da wärmere Wasser schnell genug bis in den Bereich der Tabelle erkalten.

Ich glaube mit dem in diesem Aufsätze besprochenen und ausgeführten Aräometer ein Instrument hergestellt zu haben, das geeignet ist, die Dichtigkeitsbestimmung von Brunnen- und Mineralwassern mit hinlänglicher Genauigkeit auszuführen, und wünsche nur, dass es — billig und zweckmässig ausgeführt — eine recht vielseitige Verbreitung und Benutzung finden möge.

Aus der Hand eines geschickten und solcher Arbeiten gewohnten Künstlers hervorgegangen, sollte ein nach obigen Angaben ausgeführtes Aräometer allen Anforderungen der Wissenschaft genügen können.

L. R. v. Fellenberg.

Analyse des Wassers des Schnittweyer-Bades bei Steffisburg.

(Vorgetragen den 5. Februar 1859.)

Eine Viertelstunde nördlich von Steffisburg liegt in einem einsamen Thälchen auf grünem Wiesengrunde ein freundlich in ländlicher Bauart von Rieg und Holz aufgeführtes Badhaus, von den zu einem ländlichen Besitze nöthigen Wirthschaftsgebäuden umgeben; es ist das Schnittweyer-Bad, welches während der wärmeren Jahreshälfte vielfach von Landleuten der Umgegend sowohl, als auch von aus grösserer Entfernung hierher gekommenen Stadtbewohnern besucht wird. Der Name deutet vorzüglich auf den Gebrauch des Wassers zu Bädern; aber die freundliche Bewirthung sowohl als die Abge-

für leichte Flüssigkeiten,
in halber natürlicher Grösse.

Gefäss aus Messing, Stengel aus Glas.

