

II.

Ueber

die wahre Berechnung der specifischen Gewichte der Körper.

*Ein Schreiben des Prof. TRALLES zu Berlin,
an den geh. Ober - Bergrath KARSTEN
daselbst.*

Die Nothwendigkeit, daß alle specifische Gewichte wenigstens auf einerlei Temperatur des *Wassers*, (wenn nicht auch der *Körper*, wie es wohl seyn sollte,) bezogen werden müssen, ist für sich klar. Der Unterschied im specifischen Gewichte würde ohnedieses bei den Mineralien kein ganz sicheres Kriterium in seiner Art abgeben können, da der Unterschied zwischen zweien vielleicht nicht ihnen, sondern dem Wasser zukommen könnte. Die Frage ist nur: bei welcher Temperatur des Wassers soll man das specifische Gewicht desselben *Eins* setzen? Warum dieses bei 10 oder 15 oder sonst einer beliebigen Zahl von Graden irgend einer Thermometerscale geschehen soll, dazu ist gar kein wissenschaftlicher Grund vorhanden. Wollte man bloß auf die runde Zahl von Graden sehen, so würde, was für die eine Thermometerscale eine solche ist, es nicht mehr für eine andere seyn. Die Natur giebt indess selbst eine feste Temperatur an, diejenige nämlich,

bei welcher die *Dichte des Wassers am wenigsten* sich ändert, wenn auch die Temperatur merklich höher oder niedriger wird.

In dieser Temperatur ist es also am sichersten, die specifischen Gewichte der Körper zu bestimmen. Ueber dies ist für dieselbe das specifische Gewicht des Wassers die größte, welche es annehmen kann. Da auch der Gewichtsbestimmung im französischen metrischen Systeme Wasser von dieser Temperatur zum Grunde liegt, und das *Kilogramme* das Gewicht eines Kubik-Decimeters, (oder eines Litre,) Wassers der größten Dichte ist; so hat man unmittelbar, wenn das specifische Gewicht der Körper auf solches Wasser bezogen wird, in der Zahl selbst, das Gewicht eines Kubik-Decimeters desselben in Kilogrammen. Wäre so z. B. das specifische Gewicht des Goldes 19,620, so würde ein Kubus von Gold, dessen Seite ein Decimeter ist, auch genau 19 Kilogrammen und 620 Grammen wiegen. Dieses ist freilich nur ein Nebennutzen, und es würde, auch wenn er nicht Statt hätte, die Annahme des größtmöglichen specifischen Gewichts des Wassers als Einheit nicht minder zu empfehlen seyn.

Ich habe mich zu Ende des Jahres 1800 und anfangs des folgenden bemüht, die Temperatur fest zu setzen, bei welcher dieses *Maximum der Dichte* Statt hat, und zwar auf eine Weise, wo man weiter nichts zu thun hat, als zwei ins Wasser gehängte Thermometer zu beobachten, und dabei ohne irgend eine Rechnung gefunden, daß Wasser am

dichesten ist bei der Temperatur von $4^{\circ},35$ Celsius oder $39^{\circ},83$ Fahrenheit.

Hier folgt die *Tabelle der verschiedenen specifischen Gewichte des Wassers bei verschiedenen Temperaturen nach Fahrenheit's Scale*. Sie ist nach Gilpin's Versuchen, *) von deren Güte ich mich zu versichern Gelegenheit gehabt habe.

Thermom. Fahrenh.	Spec. Gew. d. Wassers.	Δ	Spec. Gew. der Luft.
39°,83	1,00000	0,00000	0,00128
40	1,00000	0,00000	0,00128
45	0,99992	0,00008	0,00127
50	0,99974	0,00026	0,00126
55	0,99944	0,00056	0,00125
60	0,99906	0,00094	0,00124
65	0,99856	0,00144	0,00123
70	0,99800	0,00200	0,00122
75	0,99736	0,00264	0,00121

Das specifische Gewicht der Luft ist hinzu gefügt, weil man es stets bei Bestimmung des specifischen Gewichts eines Körpers bedarf. Es ist dasjenige, welches Statt hat, wenn das Barometer auf $0^m,76$ oder ungefähr auf 28 Zoll par. Maafs steht. Für niedrigere Barometerstände wird das specifische Gewicht verhältnißmässig geringer. Also für 27 Zoll Barometerstand und 60° Fahrenheit beinahe $\frac{27}{28} \times 0,00124 = 0,00120$.

*) *Philosophical Transactions for 1794, und Neues Journal der Physik, von Gren, Band 2, Heft 3.*
Tr.

Es sey q der Quotient, welchen man erhält, wenn man das Gewicht eines Körpers in freier Luft durch seinen Gewichtsverlust in Wasser dividirt, (die Gewichte seyen diejenigen, welche man unmittelbar von der Wagschale gezählt hat, ohne Reduction auf leeren Raum, u. s. w.)

Ferner sey w die Dichte oder das specifische Gewicht des Wassers, welches der Temperatur, (oder auch sonstigen Umständen, z. B. wenn das Wasser nicht rein wäre,) in der man beobachtet, zukömmt;

und l sey das specifische Gewicht der Luft, dem Barometer- und Thermometerstande ebenfalls entsprechend.

Es ist dann das
specif. Gewicht des Körpers $= q \cdot w - (q - 1) l$.

Wenn nun ferner V das Volumen eines Körpers, D seine Dichte ist, so stellt $V D$ seine Masse und $i V D$ sein Gewicht vor, wenn nämlich die Masse, deren Volumen *eins* und deren Dichte *eins* ist, i wiegt.

v sey das Volumen eines Körpers, dessen Dichte d ist, und dieser Körper wiege in einem Flüssigen, (der Luft zum Beispiel,) deren Dichte l sey, eben so viel als das Volumen V der erstern Masse, deren Dichte D war. Es ist dann, zu Folge der Hydrostatik:

$$i V D - i V l = i v d - i v l.$$

Der zweite Körper komme in ein anderes Flüssiges, von der Dichte w , und werde von dem ersten Körper, während dieser sich in dem ersten Flüssigen befindet, im Gleichgewichte erhalten. Ist nun V'

das Volumen, welches dazu erfordert wird, so muß seyn

$$iV'D - iV'l = ivd - iwv.$$

Man dividire die erste Gleichung durch die zweite, so erhält man

$$\frac{V(D-l)}{V'(D-l)} = \frac{V}{V'} = \frac{d-l}{d-w},$$

$$\text{oder } d \frac{V}{V'} - d = w \frac{V}{V'} - l;$$

$$\text{und } d = \frac{w \frac{V}{V'} - l}{\frac{V}{V'} - 1} = \frac{wV - V'l}{V - V'}.$$

Es sey $\frac{V}{V-V'} = q$, so ist, da sich der Werth von d auch folgender Maßen $wq + \frac{(V-V'-V')l}{V-V'}$ ausdrücken läßt, $d = wq + (1-q)l$, oder $d = wq - (q-1)l$.

Beispiel. Bei ganz reinem Manganes-Metall war nach Ihren Versuchen bei $14^{\circ},5$ Reaumur $q = 8,013$. Nun ist $14^{\circ},5$ R. $= 64^{\circ},6$ Fahrenheit, also, zu Folge der Tabelle, $w = 0,99860$. Da die Barometerhöhe nicht angegeben ist, so schätze ich sie $27\frac{1}{2}$ Zoll. Also ist für dieselbe und jene Temperatur $l = 0,00123 \times \frac{27\frac{1}{2}}{28} = 0,00121$. Folglich das specifische Gewicht des Körpers gleich

$$8,013 \cdot 0,9986 - (8,013 - 1) \cdot 0,00121.$$

Weil 9986 als Multiplicator unangenehm ist, so setze ich statt desselben $1 - (1 - 0,9986) = 1 - 0,0014$, und so erhalten wir das wahre specifische Gewicht des Manganes-Metalles =

$$\begin{aligned} 8,013 - 8,013 (0,0014 + 0,00121) + 0,00121 \\ = 8,013 - 8,013 (0,00261) + 0,0012 \\ = 8,013 - 0,0209 + 0,0012 = 7,9933. \end{aligned}$$

Weil es stets der Fall seyn wird, daß w , das spec. Gewicht des Wassers, wenig von 1 verschieden ist, so kann man, im Fall *reines destillirtes Wasser* gebraucht wird, gleich die zweite Columnne der vorigen Tafel nehmen, welche ich mit Δ bezeichne. Es ist nämlich das specifische Gewicht des Wassers $w = 1 - \Delta$, und daher wird auch

das specifische Gewicht eines Körpers seyn:

$$q - q\Delta - (q-1)l = q - q(\Delta + l) + l.$$

Nach dieser Formel ist zuletzt das vorige Beispiel berechnet.

Dieser letzte Ausdruck des spec. Gewichts eines Körpers ist vielleicht auch deswegen angenehm, weil er gleich die *Correction* giebt, welche dem gewöhnlich erhaltenen Quotienten, q (den man unrecht das specifische Gewicht schon nennt,) zugefügt werden muß, um das wahre specifische Gewicht zu erhalten.

Man muß nämlich vom erhaltenen Quotienten q die GröÙe $q(\Delta + l) - l$ abziehen.

Für die Steinarten, bei welchen allen $q > 1$ ist, muß diese GröÙe stets positiv, mithin das auf gewöhnlichem Wege erhaltene so genannte specifische Gewicht stets zu groß seyn. Da nun die in den mineralogischen Schriften angegebenen specifischen Gewichts-Quotienten auf drei Decimalen gehen, so können Sie, um rascher zu rechnen,

zuerst diesen Quotienten nur um eine Einheit in der dritten Decimalstelle vergrößern, *) und dann zweitens davon das Produkt $q (\Delta + 1)$ abziehen; auch hierin, ohne auf den Barometer- und Thermometerstand für die Luft zu sehen, letztes Produkt $= q (\Delta + 0,0012)$ annehmen, und für Δ nur 4 Decimalstellen brauchen. Alles dies gilt, wenn q nicht beträchtlich ist, (also mit Ausnahme für die Metalle). **) Dann braucht man auch für q nur den Quotienten bis auf Zehntel zu nehmen; also kann man die letzten zwei Decimalstellen weglassen.

Tralles.

Nachschrift

des geheimen Ober-Bergraths KARSTEN,

Berlin den 23sten Dec. 1807.

... Der vorstehende Aufsatz ist durch ein Gespräch über die Benutzung der Bestimmungen der specifischen Gewichte der Körper veranlaßt worden. Ich beschäftige mich jetzt auf Antrieb unsers von Buch und von Humboldt damit, der neuen Ausgabe meiner *mineralogischen Tabellen*, welche zur Ostermesse

*) Nämlich für 1, welches $= 0,0012 \dots$ ist. *Gilb.*

**) Durch eine große Menge von Berechnungen habe ich gefunden, daß dies abgekürzte Rechnungsverfahren bei allen Körpern, deren spec. Gewicht nicht über 8,000 geht, unbedenklich angewendet werden kann. Der Fehler beträgt dann höchstens 0,001. *Karsten.*

erscheint, die specifischen Gewichte der Fossilien beizufügen. Bei den Erd- und Steinarten sind die meisten von mir selbst bestimmt worden, da ich seit zwölf Jahren manche Mitternachtsstunde mit hydrostatischen Bestimmungen hingebracht habe. Ich zeigte Herrn Tralles meine Manuscripte; und da er fand, daß ich überall die Temperatur des Wassers, oft auch, (und in der letzten Zeit immer,) den Barometerstand angemerkt hatte, so wünschte er den Resultaten den möglichsten Grad von Genauigkeit zu verschaffen. Die Benutzung der Formel, welche in seiner Zuschrift mit so viel Klarheit entwickelt wird, führt zwar bei den Steinarten gewöhnlich nur zu Correctionen von 0,004 bis 0,008; bei den Metallen wird ihr Einfluß aber bedeutender. Vielleicht wird sie hinführo allgemein angewendet werden, wenn man den Gebrauch wird gefehn haben, den ich von ihr in meinen Tabellen mache. . . .
