DAS OERSTED'SCHE EXPERIMENT, DIE COMPRESSION DES WASSERS ZU ZEIGEN[1]

(AUS DEM JAHRESBERICHT DER KOENIGL. GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN IN COPENHAGEN)

(JOURNAL FUER CHEMIE UND PHYSIK. HERAUSGEGEBEN VON DR. SCHWEIGGER UND DR. MEINECKE. BD. 36. P. 332—339. NUERNBERG 1822)[2]

Professor *Oersted* hatte vor einigen Jahren der Gesellschaft einige Versuche über die Zusammendrückung des Wassers vorgelegt, und bei der Gelegenheit gezeigt, dasz man diese schon durch eine weit geringere Kraftanstrengung hervorbringen konnte, als man gewöhnlich glaubt, wenn man nur den bekannten Grundsatz in Anwendung bringt, dasz der Druck, der auf einer kleinen Oberfläche einer eingeschlossenen Flüssigkeit angebracht wird, eben so wirkt, als ob eine eben so grosze Kraft auf einen jeden eben so groszen Theil der Oberfläche drücke. Er gebrauchte daher zur Zusammendrückung des Wassers einen weiten Messingcylinder, worauf ein engerer geschraubt wurde, in dem ein Stempel sich bewegen konnte. Er konnte daher mit geringer Kraft die Zusammendrückung des Wassers eben so deutlich machen, als *Abich* und *Zimmermann* durch viele hundert Pfunde. Um die Grösze der angewandten Kraft zu empfinden, bediente er sich einer Röhre voll Luft, die durch Quecksilber gesperrt war, allein durch dasselbe den nämlichen Druck erhielt, den das Wasser erlitt. Da wir nun wissen, dasz die Zusammendrückung der Luft sich verhält wie die drückenden Kräfte, so war es leicht, aus derselben den angewandten Druck zu berechnen. Allein trotz der groszen Stärke, die man dem Messinggefäsz, worin das Wasser zusammengedrückt wurde, gegeben hatte, war es doch möglich, dasz dessen Wände nachgegeben hatten, so dasz man nicht blosz die Zusammendrückung des Wassers gemessen hatte, sondern eine zusammengesetzte Wirkung

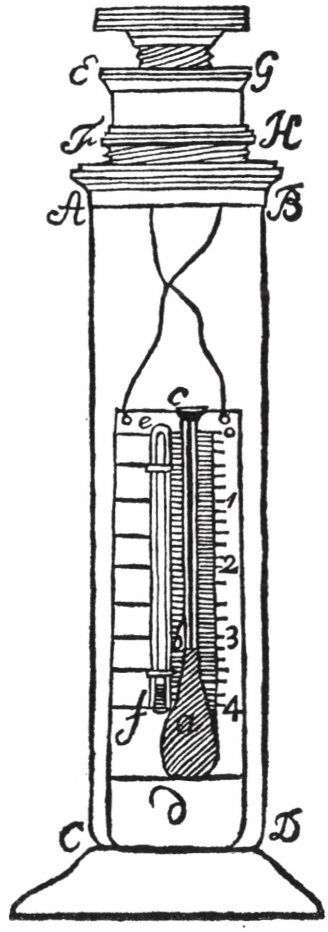
[1] Als Hr. Prof. *Oersted* bei seiner neulichen Anwesenheit zu Halle diesen Versuch in einer Gesellschaft Naturforscher zeigte, so waren wir recht angenehm überrascht durch die Sicherheit, und Einfachheit, womit hier eine schwierige Aufgabe auf eine Weise gelöst wurde, welche keinen Zweifel mehr verstattete. Es darf dies eben so instructive als elegante *Oersted*'sche Experiment künftig in chemischen und physikalischen Vorlesungen nicht fehlen. d. Red.

[2] [Die Abhandlung ist eine durch eine Figur ergänzte Uebersetzung aus: Det kgl. danske Videnskabernes Selskabs Oversigter. 1821—22. P. 6—11. Kiöbenhavn 1822 — Sämtliche Aufsätzte aus den ›Oversigter‹ finden sich zu Ende dieses Bandes. Dieselbe Uebersetzung nebst Figur findet sich in: *Thomsons* Annals of Philosophy. Vol. 5. P. 53—56. London 1823.]

derselben, verbunden mit der Ausdehnung des Gefäszes. Hiezu kam, dasz man in diesem so wenig, wie allen übrigen Versuchen, die von *Canton* ausgenommen, auf die Temperaturveränderung Rücksicht genommen hatte, welches doppelt nothwendig war, da es sich denken liesz, dasz die Zusammendrückung selbst von Wärmeentwickelung begleitet war. Die schönen, allein nur zu oft übersehenen *Canton*schen Versuche wurden mit dem Drucke verdünnter oder verdichteter Luft angestellt. Allein da die Verdichtung oder Ausdehnung der Luft stets von einer bedeutenden Erhöhung oder Verminderung der Temperatur begleitet ist, so konnte man leicht die Furcht hegen, dasz dieser sonst so scharfsinnige Experimentator durch diesen Einflusz getäuscht worden wäre. Er gab nämlich die Zusammendrückung des Wassers bei einem der Atmosphäre gleichen Druck zwischen 44 und 49 Milliontheilen des Volumens des Wassers, welches nur $^1/_3$ der Verdichtung ist, die eine Abkühlung von einem Grad (hunderttheilig) hervorbringen konnte. Dagegen behielten *Cantons* Versuche einen ausgemachten Vorzug vor den neuern, die sie gänzlich verdrängt haben, dadurch, dasz sie so angestellt waren, dasz das Gefäsz, das die Flüssigkeit einschlieszt, nicht blosz von Innen, sondern auch von Auszen den nämlichen Druck erleidet, als die Flüssigkeit, so dasz der Druck weder die Gestalt, noch die Grösze des Gefäszes, bei *Canton* der Glasröhre, verändern konnte. In den neuesten Zeiten hat der scharfsinnige *Parkins*,[1] dem wir die Entdeckung der Syderographie verdanken, Versuche angestellt, die den letztern Vorzug mit denen von *Canton* gemein haben, indem er nämlich die Metallröhre, worin das Wasser zusammengedrückt werden sollte, in Wasser einschlosz, worauf der nämliche Druck wirkte. Seine scharfsinnig ausgedachten Versuche werden stets einen bedeutenden Werth behalten, da sie mit einer Kraft angestellt sind, die selten dem Experimentator zu Gebote steht, nämlich mit einem Druck, der ein Paar hundertmal gröszer war, als der der Atmosphäre; allein die Frage über die Wärmeentwickelung und den Einflusz der Wärme auf das Volumen des Wassers blieb noch unbeantwortet. Der Verfasser bemühte sich daher, ein Instrument zu erfinden, welches eine genaue Messung der zusammendrückenden Kräfte, sowie der Verdichtung des Wassers erlaubte, und wobei man zugleich das Verhältnisz der Wärme aufs genaueste bestimmen konnte. Das Wasser, welches zusammengedrückt werden soll, ist in einer Glasröhre *(a.)* einge-

[1] [o: Perkins.]

schlossen, welche ungefähr 4 Loth Wasser hält. Diese Röhre ist unten geschlossen, allein endigt sich oben in eine sehr enge, 52 Linien lange und calibrirte Röhre *(b.c.)*, so dasz sie wie eine Flasche mit einem in eine Haarröhre ausgezogenen Hals betrachtet werden kann. Oben endigt sich die Röhre in einen kleinen 2 Linien breiten Trichter *(c.)* Die Flasche faszt 709,48 Gram Quecksilber, allein das Quecksilber, welches eine Länge von 24,6 Linien in der engern Röhre einnimmt, wiegt nur 96 Milligram, welches für die Länge einer Linie 55 Zehnmillionentheile, oder eigentlich genauer 0,000005501 ausmacht. Man erwärmt die Flasche ein wenig, indem man sie in die Hand nimmt, wo möglich kaum um $^1/_4{}^0$ des hunderttheiligen Thermometers, und gieszt nun einen Tropfen Quecksilber in den Trichter. Durch die folgende Abkühlung wird es sich daher zum Theil in die Röhre hinabziehen und das Wasser sperren. Die Flasche wird nun in den starken Glascylinder *(A. B. C. D.)* gesetzt, der oben einen kleinen Stiefel *(E. F. G. H.)* mit einem Stempel versehen hat. Uebt man nun vermittelst des Stempels einen Druck auf das Wasser im Cylinder, so wird dieser auf das Quecksilber im Trichter wirken, und sich daher bis zum Wasser in der Röhre fortpflanzen. Sowie das Wasser zusammengedrückt wird, musz das Quecksilber in der Haarröhre sich senken, welches auch in jedem Versuche geschieht. Um die Grösze der Zusammendrückung zu messen, befestigt der Verfasser die Flasche an einem Fusz *(d.)*, der den Maaszstab trägt, welcher bis zu $^1/_4$ Linie eingetheilt ist. Als Maasz der Grösze des Drucks dient eine oben geschlossene calibrirte Glasröhre *(e.f.)*, die mit Luft gefüllt ist, und durch deren Zusammendrückung die Grösze der drückenden Kraft bestimmt wird; die Temperaturveränderungen sieht man leicht an dem engen Hals der Flasche, viel besser als auf irgend einem Thermometer; denn eine Erwärmung von 1^0 des hunderttheiligen Thermometers macht das Wasser um 27 Linien steigen, wenn dessen Wärme ungefähr



15° ist: bei einer bedeutend höhern oder niedern Temperatur wird es natürlich mehr oder minder steigen für jeden Zuwachs von einem Grade. Da die Eintheilung bis auf 1/4 Linie geht, und man Veränderungen bis zu 1/8 Linie mit dem Auge bestimmen kann, so kann eine Veränderung von 1/100 Grad der Aufmerksamkeit des Beobachters nicht entgehen, und selbst 1/200° ist nicht schwer zu entdecken. Es braucht übrigens wohl nicht angeführt zu werden, dasz die Temperatur, wobei man zu experimentiren anfängt, mit dem Thermometer bestimmt werden musz. Sobald man den Druck, den man anwenden wollte, erreicht und aufgezeichnet hat, um wie viel das Quecksilber in der engen Röhre sich gesenkt, und um wie viel das Wasser in der mit Luft gefüllten Röhre gestiegen ist, hebt man gleich den Druck wieder auf. Man wird dann finden, dasz das Wasser fast stets das Quecksilber etwas höher treibt, als es kurz vor Anfang des Experiments war; führt man den Versuch mit Schnelligkeit aus, und sind nicht mehrere Zuschauer zugegen, so beträgt der Unterschied zwischen dem ersten und zweiten Stande häufig nur 1/8 Linie, doch nicht selten auch 1/4 Linie. Im ersten Fall ist die Temperaturveränderung geringer als 1/200, im letzten geringer als 1/100° gewesen. Bei einem langsamern Verfahren kann der Unterschied 1/2, ja selbst eine ganze Linie betragen. In jedem Falle musz man die Mittelzahl aus den beiden Ständen nehmen. Durch eine lange Reihe von Versuchen, wovon die genauesten bei 15°—16° angestellt sind, hat die Wirkung eines Drucks gleich dem der Atmosphäre eine Verdichtung = 47 Milliontheile des Volumens des zusammengedrückten Wassers. Verschiedene Abänderungen des Drucks von 1/3 bis 5 Atmosphären wurden geprüft, und stimmten darin überein, dasz sie bewiesen, dasz die Verdichtung sich verhält wie die zusammendrückenden Kräfte; ein Resultat, welches der Verfasser auch schon aus seinen frühern Versuchen hergeleitet hatte, wobei jedoch des schlieszenden Metalls Ausdehnung gleichfalls mitgewirkt hatte, und sich daher auch wie die zusammendrückenden Kräfte verhalten musz.

Man scheint schlieszen zu können, dasz sich keine Wärme bei dieser Verdichtung entwickelt, indem die Gränze zwischen Wasser und Quecksilber nach Beendigung des Experiments wieder beinahe auf den nämlichen Punkt zurückkömmt, die sehr unbedeutende Temperaturveränderung musz als eine nothwendige Folge der Berührung angesehen werden, die von dem Experiment un-

zertrennlich ist, und von der Nähe des Experimentators während der Beobachtung. Selbst nach einem Druck von 5 Atmosphären war die Temperaturveränderung nicht $^1/_{100}{}^0$ und in der Regel weder gröszer noch kleiner, als wenn nur der Druck einer Atmosphäre angewandt wurde. Da man inzwischen sich denken konnte, dasz die Ausdehnung nach Aufhören des Drucks, die durch die Zusammendrückung entwickelte Wärme wieder vernichten könnte, so wurde ein Breguetsches Metallthermometer, worauf eine Veränderung von $^1/_{10}{}^0$ leicht würde bemerkbar seyn, ins Wasser in dem Cylinder gebracht, und der stärksten Zusammendrückung ausgesetzt, die man zuwege bringen konnte, ohne dasz es eine Spur von Temperaturveränderung angab. Die Uebereinstimmung dieser Versuche und der *Canton*schen ist wahrlich merkwürdig. Der englische Physiker bekam bei 64^0 Fahrenheit[1] = $15^1/_2{}^0$ des hunderttheiligen Thermometers eine Compression von 44 Milliontheilen für eine Atmosphäre, und bei 34^0 F. = $1^1/_9{}^0$ hunderttheilig 49 Milliontheilen. Dieser unerwartete Ausfall läszt sich leicht aus der Ungleichheit der Wirkung der Wärme erklären; allein man sieht, dasz es zu keiner Seite bedeutend von der neuen Bestimmung abweicht, nämlich von 47 Milliontheilen.

SUR LA COMPRESSIBILITÉ DE L'EAU[2]

PAR M. ŒRSTED

(ANNALES DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE, PAR MM. GAY-LUSSAC ET ARAGO. TOME 22. P. 192—98. PARIS 1823)

Quoique les expériences de *Canton* eussent déjà établi, il y a plus de cinquante ans, la compressibilité de l'eau, on n'y avait pas encore ajouté, généralement, la foi qu'elles méritent, parce que les moyens dont s'était servi le savant anglais, permettaient aux changemens de température d'exercer une influence considérable sur les résultats. Il fallut l'habileté rare de ce physicien pour éviter cette influence, surtout dans un temps où les appareils n'avaient

[1] [ɔ: 64^0 Fahrenheit = $17^7/_9{}^0$ C.]

[2] Nous avons donné un extrait très-succinct de ce Mémoire, d'après les journaux anglais, dans le N° de septembre dernier; mais M. *Œrsted* ayant bien voulu, à son passage à Paris, nous confier le Mémoire original, accompagné d'une description détaillée de l'appareil dont il s'est servi, nous nous empressons d'en enrichir les *Annales*.