

# ERGEBNISSE NEUER VERSUCHE UEBER DIE ZUSAMMENDRUECKBARKEIT DES WASSERS

VON J. C. OERSTED

(Ein vom Hrn. Verfasser übersandter, aus der *Oversigt over det Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Forhandling* etc. genommener vorläufiger Bericht. — Die Resultate der früheren Arbeiten des Hrn. Verfassers über den vorliegenden Gegenstand finden sich in diesen *Annal.* Bd. IX S. 603, und Bd. XII S. 158 und 513.)

(ANNALEN DER PHYSIK UND CHEMIE. HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN VON J. C. POGGENDORFF.  
BD. 31. P. 361—65. LEIPZIG, 1834.)<sup>1</sup>

**O**ersted hat seine Versuche über die Zusammendrückbarkeit des Wassers weiter fortgesetzt. Obschon die Uebereinstimmung seiner Versuche mit denen ausländischer Physiker über denselben Gegenstand wesentlich nichts zu wünschen übrig lässt, so giebt es doch einige Punkte in dieser Untersuchung, welche eine fortgesetzte Bearbeitung verdienen. Einer derselben besteht darin, dass das Wasser desto weniger zusammengedrückt werde, je wärmer es ist. Hierüber haben wir aus der Mitte des vorigen Jahrhunderts ein Paar Versuche von *Canton*, die schon durch *Oersted's* frühere Erfahrungen bestätigt wurden; allein der Zusammenhang dieser Eigenthümlichkeit des Wassers mit andern Naturgesetzen bedurfte noch einer näheren Untersuchung. Diese ist nun von *Oersted* mittelst einer Reihe von Versuchen ausgeführt, deren numerische Resultate von der Art sind, dass sie das Abweichende verlieren, wenn man annimmt, dass für jeden auf das Wasser ausgeübten Atmosphärendruck eine Wärmeentwicklung von  $\frac{1}{40}^{\circ}$  C. stattfindet. Dass dieser Wärmegrad wieder verschwindet, wenn der Druck aufhört, versteht sich von selbst. Da die Ausdehnung des Wassers für jeden neu hinzukommenden Wärmegrad gemäsz derjenigen Temperatur, welche es schon besitzt, sehr verschieden ist, so begreift man leicht, dass die bei der Zusammendrückung entwickelte Wärme dem Betrag der Zusammendrückung einen gewissen Schein von Unregelmässigkeit verleihen müsse.

Bei der Temperatur, bei welcher das Wasser am dichtesten ist, wird es durch eine kleine Erhöhung oder Erniedrigung dieser

<sup>1</sup> [Man findet dasselbe Thema in: *Bibliothèque universelle des sciences.* LV. P. 421-25. Genève 1834. — *L'Institut; journal des académies et sociétés scientifiques de la France et de l'étranger.* Tome 2. P. 219-20. Paris 1834. — *Det kgl. danske Videnskabernes Selskabs Oversigter.* 1832—33 P. 16—20. Kjøbenhavn. Sämtliche Aufsätze aus den *›Oversigter‹* finden sich zu Ende dieses Bandes.]

Temperatur am wenigsten ausgedehnt. Bei dieser Temperatur wird also der Betrag der Zusammendrückung des Wassers fast gar nicht durch den Einflusz entwickelter Wärme abgeändert. Hinsichtlich des Wärmegrades, bei welchem das Wasser am dichtesten ist, weichen zwar die Bestimmungen verschiedener Experimentatoren von einander ab; doch kommen sie sämmtlich darin überein, ihn ein wenig über oder unter  $4^{\circ}$  C. zu setzen, und die vollendetsten Untersuchungen scheinen ihn auf  $3^{\circ},75$  C. festzustellen. Bei diesem Wärmegrad geben die Versuche den Betrag der Zusammendrückung für einen Atmosphärendruck von 28 franz. Zollen Quecksilber gleich 46,77 Millionteln vom Raum des zusammengedrückten Wassers.

Bei  $10^{\circ}$  C. dagegen dehnt sich das Wasser bei einem Grad Temperaturerhöhung um 84 Milliontel aus; eine Erwärmung um  $\frac{1}{40}^{\circ}$  giebt also eine Ausdehnung von 2 Millionteln, und daher ist der Betrag der scheinbaren Zusammendrückung nur  $46,77 - 2 = 44,77$  Milliontel. Bei  $16^{\circ}$  C. giebt ein Grad Erwärmung eine Ausdehnung von 160 Millionteln,  $\frac{1}{40}^{\circ}$  C. wird also 4 Milliontel geben, und mithin beträgt die scheinbare Zusammendrückung des Wassers nur 42,77. Bei  $20^{\circ}$  beträgt diese Verminderung 5 Milliontel, bei  $24^{\circ}$  schon 6.

Beim Erkalten unter  $3^{\circ},75$  C. wird das Wasser, wie bekannt, ausgedehnt. Bei  $0^{\circ}$  wird eine Erwärmung von  $\frac{1}{40}^{\circ}$  C. eine Zusammenziehung von 1,5 Milliontel hervorbringen, so dasz die scheinbare Zusammendrückung hier  $46,77 + 1,5$ , also über  $48\frac{1}{4}$  Milliontel betragen wird. Eine grosze Reihe von Versuchen, worin die ganzen Zahlen, welche die Uebersicht erleichtern, selten vorkommen, gaben immer Zahlen, welche sich im hohen Grade den berechneten näherten.

Darf man annehmen, dasz das Glas beim Zusammendrücken eine gleiche Temperaturerhöhung wie das Wasser erfährt und bei Aufhörung des Druckes wiederum verliert, und setzt man die Längenausdehnung des Glases für  $1^{\circ}$  C. gleich 9 Millionteln, die körperliche also gleich 27 Millionteln, so giebt  $\frac{1}{40}^{\circ}$  C. Erwärmung eine Volumenvergrößerung des Glases = 0,675 Millionteln. Um so viel würde also dieser Umstand die scheinbare Zusammendrückung des Wassers gröszer als die wirkliche machen, doch bei allen Graden um gleich viel. Die wahre Zusammendrückung des Wassers für einen Atmosphärendruck würde also ungefähr 46,095 Milliontel betragen. In den Brüchen der Milliontel können übrigens, der Natur dieser Versuche gemäsz, leicht Fehler

von einem Zehntel vorkommen, so dasz man vielleicht am besten thut, wenn man sich an die ganze Zahl, 46 Milliontel, hält.

Diese Vorstellung von dem Einflusz der Wärme bei obigen Versuchen wird noch dadurch bestätigt, dasz der Betrag der scheinbaren Zusammendrückung des Wassers in Flaschen oder Cylindern von Blei oder Zinn gröszer ist als in Flaschen von Glas, ziemlich nahe im Verhältnisz der Ausdehnung dieser Metalle durch die Wärme.

Man könnte meinen, die Zusammendrückung des Glases und der Metalle habe hier einen bedeutenden Einflusz. Man hat nämlich geglaubt, die kubische Zusammendrückbarkeit der Körper liesze sich ableiten aus der Verlängerung oder Verkürzung, die ein Stab von derselben Materie erfährt, wenn er von einem Gewicht gezogen oder gedrückt wird; und man hat aus solchen Versuchen schlieszen wollen, die kubische Zusammendrückung des Glases durch das Gewicht einer Atmosphäre betrage 1,65 Milliontel. Aus ähnlichen Versuchen könnte man schlieszen, dasz die kubische Zusammendrückung des Bleis mehr als 30 Milliontel betrage.

Schon vor einigen Jahren hat *Oersted* gezeigt, dasz die Zusammendrückung des Wassers in Flaschen von verschiedenen Metallen zu Ergebnissen führt, die mit solchen Vorstellungen nicht übereinstimmen.<sup>1</sup> Diesen Erfahrungen hat er eine neue Klasse von Versuchen hinzugefügt. Er benutzt dazu einen Glascylinder, der am unteren Ende zugeschmolzen ist, und am oberen offenen Ende einen eingeschliffenen Stöpsel aufnimmt, welcher durchbohrt und mit einem Glasrohr versehen ist, wie die Flasche, worin man die Zusammendrückbarkeit des Wassers zu ermitteln pflegt. Benutzt man nun den Cylinder erst zu diesen Versuchen, füllt ihn dann grösztentheils mit einer ihrem Volume nach durch Wägen in Wasser genau bestimmten Glas- oder Metallmasse, und den übrigen Raum darauf mit Wasser, dessen Gewicht bekannt ist, so kann man durch Versuche von gleicher Art, wie die über die Zusammendrückung des Wassers, die der festen Körper ausmitteln. Alle diese Versuche haben die Zusammendrückung fester Körper so klein gegeben, dasz man den Betrag derselben schwer von den unvermeidlichen Fehlern dieser Versuche sondern kann.

Es könnte leicht scheinen, als ob diese Versuche in Widerspruch kämen mit einem mathematischen Beweise; denn der berühmte

<sup>1</sup> Annalen, Bd. XII. S. 513. [Dieser Band, P. 348.]

Mathematiker *Poisson* hat aus den Versuchen über die linearen Ausziehungen oder Zusammendrückungen der Körper eine Formel für die kubische Zusammendrückung abgeleitet, durch die man Gröszen bekommt, welche in gewissen Fällen 20 bis 30 Mal gröszer sind, als die aus *Oersted's* Versuchen hervorgehenden. Diesz streitet indesz nicht gegen die Mathematik, sondern zeigt nur, dasz die Voraussetzungen über die innere Beschaffenheit der Körper, von denen der geehrte französische Chemiker ausging, nicht vollkommen richtig seyn können.

Bei diesen neusten Versuchen gebrauchte *Oersted* ein verbessertes Verfahren zur Messung des Luftvolums, welches als Kraftmesser angewandt wird. Die Vorrichtung besteht in einer oben verschlossenen Glasröhre, die in einer gewissen Entfernung von dem geschlossenen Ende in eine engere Röhre ausgezogen ist, und deren offenes Ende eine enge Röhre mit Maaszstab hat. Der verengte Theil hat ein Zeichen, bis wohin jedesmal die zusammengedrückte Luft reichen soll. Diesz giebt den Beobachtungen eine gröszeren Genauigkeit als mit einer überall gleich weiten Röhre; die untere Röhre mit dem Maaszstabe zeigt jede Wärmeveränderung und jeden möglichen Luftverlust an.

---

## ON THE COMPRESSIBILITY OF WATER

BY PROFESSOR ØRSTED

---

(FROM A LETTER TO THE REV. WILLIAM WHEWELL, DATED COPENHAGEN,  
JUNE 18, 1833)

(REPORT OF THE THIRD MEETING OF THE BRITISH ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE; HELD  
AT CAMBRIDGE IN 1833. P. 353—60 LONDON 1834)

»**W**ere I not withheld by official duties, I should certainly not omit so excellent an opportunity of renewing the very interesting and useful acquaintance I made during my last visit to England and Scotland, and of forming new ones with those distinguished scientific characters that I was not fortunate enough to meet with at that time, or such as have risen to eminence of late years. But though I must now forgo this advantage, I will not let