



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

# **Lehrbuch der Experimentalphysik**

**Lommel, Eugen von**

**Leipzig, 1908**

102. Anomalie des Wassers

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-83789](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-83789)

mit der des Quecksilbers), sondern bei höheren Temperaturen schneller als bei niedrigen, oder was dasselbe heißt, ihr Ausdehnungskoeffizient bleibt sich nicht gleich, sondern ändert sich mit der Temperatur. An dem Weingeistthermometer, das durch Vergleichung mit einem Quecksilberthermometer graduiert wird, rücken daher die Teilstriche nach oben hin immer weiter auseinander.

Die Ausdehnung der Flüssigkeiten vollzieht sich ebenfalls mit großer Gewalt; beim Füllen eines Fasses mit Öl oder Petroleum läßt man daher noch einen kleinen mit Luft erfüllten Spielraum übrig, weil sonst das Faß bei höherer Temperatur Gefahr liefe, zersprengt zu werden.

Ein Dilatometer kann umgekehrt als Gewichtsthermometer zu Temperaturbestimmungen gebraucht werden. Das Instrument (zu diesem Zweck am besten ein kleines Glasgeräß mit zur Spitze ausgezogenem Hals) wird bei  $0^{\circ}$  mit Quecksilber gefüllt und gewogen, sodann, nachdem es der zu bestimmenden Temperatur ausgesetzt war und ein Teil des Quecksilbers ausgeflossen ist, abermals gewogen. Das Verhältnis der ausgeflossenen zur zurückgebliebenen Quecksilbermenge gibt die scheinbare Ausdehnung an, woraus nun, wenn der scheinbare Ausdehnungskoeffizient des Quecksilbers im Glase vorher ermittelt ist (0,000 156 im gewöhnlichen Glas), die erreichte Temperatur berechnet wird.

Wog der Inhalt des Instrumentes  $P$  bei  $0^{\circ}$ ,  $P$  bei  $t^{\circ}$ , ist  $v_0$  der Rauminhalt bei  $0^{\circ}$ ,  $\beta$  der Ausdehnungskoeffizient des Quecksilbers,  $\gamma$  derjenige des Glases, ferner  $s_0$  das spezifische Gewicht des Quecksilbers bei  $0^{\circ}$ , so ist bei  $t^{\circ}$  das Volumen des Gefäßes  $v_0 (1 + \gamma t)$ ,

das spezifische Gewicht des Quecksilbers  $\frac{s_0}{1 + \beta t}$ ,

und es muß

$$P = v_0 s_0, \quad P' = v_0 s_0 \frac{1 + \gamma t}{1 + \beta t}$$

sein, woraus sich ergibt

$$\frac{P - P'}{P'} = \frac{(\beta - \gamma)t}{1 + \gamma t},$$

oder, weil  $\gamma$  sehr klein ist, mit hinreichender Genauigkeit

$$\frac{P - P'}{P'} = (\beta - \gamma) t,$$

wo  $\beta - \gamma$  der scheinbare Ausdehnungskoeffizient des Quecksilbers ist.

**102. Anomalie des Wassers.** Ein besonders eigentümliches Verhalten zeigt das Wasser. Ein Glaskolben, durch dessen festschließenden Kork eine oben und unten offene Glasröhre und ein Thermometer gesteckt sind (Fig. 107), werde bis in die Röhre hinein mit Wasser von  $0^{\circ}$  (durch Umgeben mit schmelzendem Eis) gefüllt; außerdem ist in den Kolben, dessen Fassungsraum vorher bestimmt wurde, soviel Quecksilber gebracht, daß die Ausdehnung der Glashülle durch diejenige des Quecksilbers gerade aufgehoben wird, und sonach das den übrig gebliebenen Raum erfüllende Wasser seine



absolute Volumenänderung zeigen muß. Erwärmt sich nun das aus dem Eis genommene Gefäß langsam durch die wärmere Umgebung, so sieht man die Wassersäule in der Röhre zunächst sinken, bis das Thermometer  $4^{\circ}$  zeigt; dann steigt das Wasser wieder allmählich bis zum ursprünglich bei  $0^{\circ}$  innegehabten Stand, den es bei ungefähr  $8^{\circ}$  erreicht, und steigt nun bei fortgesetzter Erwärmung immer rascher. Es ergibt sich aus diesem Versuch, daß sich das Wasser bei der Erwärmung von  $0-4^{\circ}$  C. zusammenzieht und dann erst bei weiterer Erwärmung sich ausdehnt; eine Wassermenge nimmt also bei  $4^{\circ}$  einen kleineren Raum ein als bei jeder anderen Temperatur: das Wasser hat bei  $4^{\circ}$  seine größte Dichte, es ist bei dieser Temperatur spezifisch schwerer als bei jeder anderen. 1 Liter (oder 1000 ccm) Wasser von  $4^{\circ}$  dehnt sich aus beim Erwärmen

auf	$6^{\circ}$	um	0,03 ccm
"	$10^{\circ}$	"	0,3 "
"	$30^{\circ}$	"	4 "
"	$60^{\circ}$	"	17 "
"	$100^{\circ}$	"	43 "

Diesem merkwürdigen Verhalten des Wassers ist es zu verdanken, daß unsere größeren Seen niemals bis auf den Grund gefrieren können. Im Winter erkalten zuerst die oberen Wasserschichten durch Ausstrahlung und Berührung mit der kalten Luft; solange die Temperatur der größten Dichte noch nicht erreicht ist, sinkt das schwere kalte Wasser zu Boden und wird durch aufsteigendes wärmeres Wasser ersetzt. Dieses Spiel dauert fort, bis endlich die ganze Wassermasse die Temperatur  $4^{\circ}$  besitzt. Erkalten jetzt die oberflächlichen Schichten noch tiefer, so kann ihr kälteres Wasser, weil es leichter ist als das von  $4^{\circ}$ , nicht mehr herabsinken; es behauptet sich oben, und hier beginnt auch, wenn die Oberfläche die Temperatur des Gefrierpunktes erreicht hat, bei weiterer Wärmeentziehung die Eisbildung; da das Eis ebenfalls nicht untersinken kann, so überzieht sich die Wasserfläche mit einer schützenden Eisdecke, welche das Erkalten der unteren Schichten verzögert und daher nur allmählich an Dicke zunimmt. In der Tiefe aber behält das Wasser jahraus jahrein, auch wenn der See oben zugefroren ist, die Temperatur von  $4^{\circ}$  und ermöglicht dadurch das Fortbestehen des Lebens der Wassertiere.



Fig. 107.  
Wasser-  
thermometer.

Man kann diesen Vorgang im kleinen nachahmen; in ein hohes und weites zylindrisches Glasgefäß, in welchem oben und unten ein Thermometer befestigt ist, wird Wasser von gewöhnlicher Zimmertemperatur gefüllt und von oben her abgekühlt, indem man Eisstücke hineinwirft, die ja auf dem Wasser schwimmen. Das untere Thermometer sinkt, aber nur bis  $4^{\circ}$ , und bleibt auf diesem Punkte stehen, während das obere  $0^{\circ}$  zeigt.