

# Über die innere Reibung des Broms und deren Änderung mit der Temperatur

Leopold Kann.

Aus dem physikalisch-chemischen Institute der k. k. Universität in Wien.

(Mit 4 Textfiguren.)

Der Apparat musste zum Zwecke der vorliegenden Untersuchung vollständig aus Glas und zugeschmolzen sein; seine Einrichtung war daher so getroffen, dass er — ohne erst wieder geöffnet zu werden — zu wiederholten Messungen verwendet werden konnte, dass ferner das Brom auf constanter Temperatur erhalten und dieselbe verlässlich abgelesen werden konnte.

Es kamen bei den Versuchen zwei hiezu construirte Typen zur Anwendung, welche den genannten Anforderungen vollständig entsprachen (Fig. 1 und 2).

Die Wirkungsweise ist aus der Figur ersichtlich: Der

Apparat wird mit Brom gefüllt und dann die Röhre (*a*) oben zugeschmolzen. Um die Ausflusszeit zu bestimmen, wird der ganze Apparat umgestürzt und dann rasch wieder aufgerichtet. Hierbei fängt sich eine Quantität Brom im Trichter und füllt die

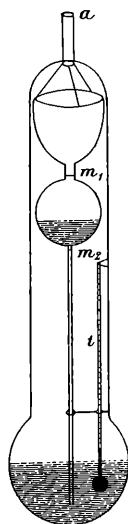


Fig. 1.

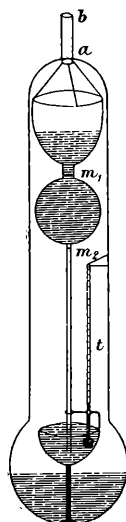


Fig. 2.

Kugel; es wird dann mittelst Chronometers die Zeit gemessen, welche die Brommenge zwischen den zwei Marken ( $m_1, m_2$ ) oberhalb und unterhalb der Kugel zum Ausfliessen braucht. Der ganze Apparat kann in ein Wasserbad gebracht, die Temperatur des Broms an dem miteingeschmolzenen Thermometer ( $t$ ) verlässlich abgelesen werden.

Der Becher unten (in Fig. 2) hat den Zweck, das untere Niveau constant zu erhalten, denn es füllt sich aus dem Überschusse des Trichters zuerst der Becher, und das dann noch nachfliessende Brom rinnt über seinen Rand ab.

Wie schon die Apparate anzeigen, war die Methode die von Poiseuille, bei welcher die Ausflusszeit aus Capillaren gemessen wird.

Es ist

$$\eta = \frac{\pi \cdot H \cdot r^4 \cdot s}{8 \nu L}, \quad \left( \frac{gr}{cm \cdot sec} \right)$$

worin  $s$  das specifische Gewicht (Dichte  $\times 980 \cdot 84$ ),  $H$  die Druckhöhe in Centimetern der Flüssigkeit,  $L$  die Länge der Capillare in Centimetern,  $r$  ihr Radius in Centimetern und  $\nu$  die Ausflussmenge in der Secunde in Cubikcentimetern ist.

Dann ist  $\eta_t$  für die Temperatur  $t^\circ$  C.:

$$\eta_t = \frac{\pi H_t r_t^4 s_t}{8 \nu_t L_t} = \frac{\pi \cdot H_0 (1 + \alpha t) r_0^4 (1 + \alpha t)^4 \cdot 980 \cdot 84 \cdot s_t \cdot T}{8 V_0 (1 + \alpha t)^3 L_0 (1 + \alpha t)},$$

worin  $T$  die Ausflusszeit und  $V_0$  das Volumen der Kugel zwischen den Marken bei  $0^\circ$  C. bedeutet; da ferner

$$s_t = \frac{s_0}{1 + \alpha t + b t^2 + c t^3},$$

so ist

$$\eta_t = \left[ \frac{\pi H_0 r_0^4 G \cdot 80 \cdot 84}{8 V_0 L_0} \right] \frac{s_0 (1 + \alpha t) T}{1 + \alpha t + b t^2 + c t^3}$$

und schliesslich

$$\eta_t = \frac{C \cdot T \cdot (1 + \alpha t) s_0}{1 + \alpha t + b t^2 + c t^3},$$

worin  $\alpha$  der Ausdehnungscoefficient des Glases,  $C$  eine Constante des Apparates und  $a, b, c$  Ausdehnungscoefficienten der zu untersuchenden Flüssigkeit sind.

Es wären nur noch ein paar Worte über den Druck, unter dem die Flüssigkeit ausfließt, zu sagen: Da der Ausfluss unter dem eigenen Druck der Flüssigkeit erfolgte, so war derselbe variabel; führt man aber die mittlere Druckhöhe (bei der ersten Type den Verticalabstand des Mittelpunktes der Ausflusskugel vom mittleren unteren Niveau, bei der zweiten den dieses Mittelpunktes vom Becherrande) ein, so ist der Fehler, der hiedurch entsteht — wie Dr. v. Schweidler<sup>1</sup> gezeigt hat — zu vernachlässigen.

Kugel und Capillare wurden vor dem Einschmelzen in den Apparat calibrirt, um die Constante  $C$  zu bestimmen. Der fertige Apparat (nur am oberen Ende der Einfüllröhre ( $a$ ) offen) wurde mit einem bestimmten Quantum destillirten Wassers gefüllt und das  $\eta$  des Wassers für eine bestimmte Temperatur nach der Formel

$$\eta_t = C(1 + \alpha t) T \cdot s_t$$

bestimmt, um das Resultat der Calibrirung zu prüfen. Der erhaltene Werth<sup>2</sup> stimmte sehr gut mit dem schon bekannten überein. (Natürlich hätte auch ohne Calibrirung die Bestimmung des  $C$  aus dem Wasserwerth genügt.)

Hernach wurde der Apparat entleert, getrocknet, mit demselben Quantum Brom gefüllt und dann die Röhre oben zugeschmolzen (bei  $b$ , Fig. 2).

Schliesslich wurden die Reibungscoefficienten für verschiedene Temperaturen bestimmt nach der Formel

$$\eta_t = \frac{C \cdot T(1 + \alpha t)s_0}{1 + at + bt^2 + ct^3} = \frac{D \cdot T(1 + \alpha t)}{1 + at + bt^2 + ct^3},$$

<sup>1</sup> Dr. Eg. v. Schweidler, Über die innere Reibung und elektrische Leitungsfähigkeit von Quecksilber und Amalgamen (diese Sitzungsber. Bd. CIV, Abth. II. a, April 1895).

Es war  $\eta_{13} = 0.01215$  statt  $0.012117$ .

worin

$$\begin{aligned} \alpha &= 0\cdot0000085, \\ a &= 0\cdot00103819, \\ b &= 0\cdot00000171138, \\ c &= 0\cdot0000000054471, \end{aligned}$$

$T$  die Ausflusszeit in Secunden und  $D$  die Constante — für den benützten Apparat (da  $s_0$  für Brom  $= d^0/4 = 3\cdot18659$ )  $D = Cs_0 = 0\cdot0001065775$  — ist.

In der folgenden Tabelle finden sich die Ausflusszeiten<sup>1</sup> ( $T$ ), die absoluten ( $\eta$ ) und in der letzten Colonne die relativen  $z$ ) Reibungscoëfficienten (letztere auf Wasser bezogen, dessen Reibungscoëfficient für 0° gleich 100 gesetzt) für die Temperaturen ( $t$ ) von 0° bis 50° C.

$t^\circ$	$T''$	$\eta$	$z$
0°	133·875	0·014268	78·9
	128·12	0·013584	75·1
10	122·83	0·012955	71·6
15	117·835	0·012363	68·3
20	113·36	0·011829	65·4
25	109·14	0·011327	62·6
30	105·35	0·010874	60·1
35	102·00	0·010469	57·9
40	99·10	0·010114	55·9
45	96·50	0·009793	54·1
50	94·06	0·009489	

Die Werthe der letzten Colonne sind in Fig. 3 graphisch dargestellt (Curve I). Zum Vergleich ist die Curve der  $Z$  für Wasser auch eingezeichnet (II).

<sup>1</sup> Diese sind Mittelwerthe aus durchschnittlich 3—4 Beobachtungen, z. B. bei 25° 109·0, 109·1 und 109·32(5).

Wo nicht genau für die betreffende Temperatur beobachtet wurde, wurden die Werthe durch lineare Interpolation aus den Nachbarwerthen gewonnen.

Fig. 4 enthält die absoluten Werthe des Brom (Curve I) und des Wassers<sup>1</sup> (Curve II).

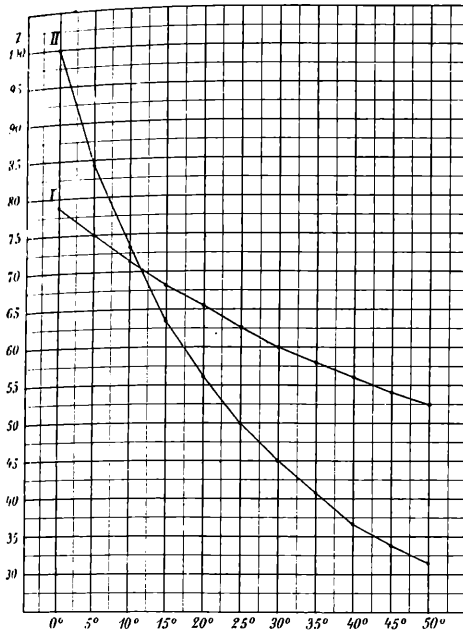


Fig. 3.

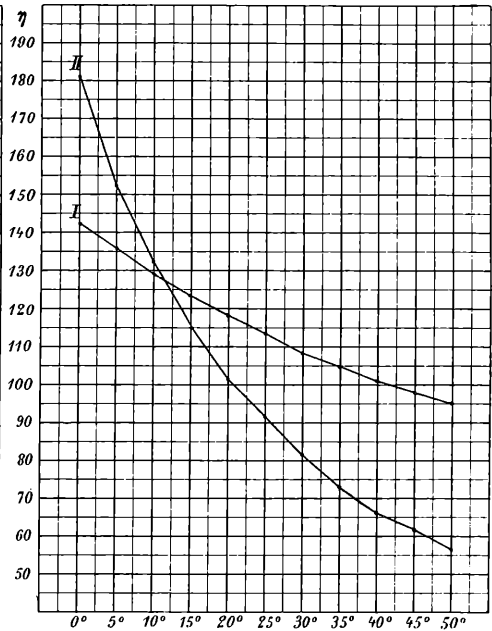


Fig. 4.

Zum Schlusse drängt es mich, Herrn Prof. Fr. Exner für seine lebenswürdige Unterstützung bei meiner Arbeit meinen innigsten Dank auszusprechen.

<sup>1</sup> Die Werthe (sowohl  $\eta$ , als  $z$ ) für Wasser sind den Tabellen von Landolt und Börnstein entnommen; sie seien noch hier angeführt:

$t$	$\eta$	$z$
0°	0·018086	100·0
5	0·015301	84·6
10	0·013257	73·3
15	0·011503	63·6
20	0·010164	56·2
25	0·009240	49·9
30	0·008121	44·9
35	0·007361	40·7
40	0·006638	36·7
45	0·006131	33·9
50	0·005697	31·5

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse](#)

Jahr/Year: 1897

Band/Volume: [106\\_2a](#)

Autor(en)/Author(s): Kann Leopold

Artikel/Article: [Über die innere Reibung des Broms und deren Änderung mit der Temperatur. 431-435](#)