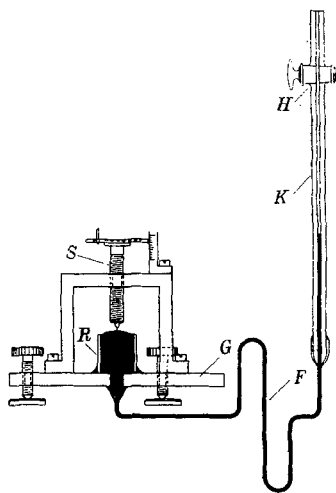


3. *Über das Volumen von Quecksilbermenisken; von Karl Scheel und Wilhelm Heuse.*

(Mitteilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

Bei gasvolumenometrischen Messungen ist das Volumen der begrenzenden Quecksilbermenisken vielfach von einer Größenordnung, die merklich in die Rechnungen eingeht. Wir haben das Volumen solcher Menisken in mehreren Fällen experimentell ermittelt und gefunden, daß es innerhalb der Beobachtungsfehler durch Rohrweite und Meniskushöhe eindeutig bestimmt ist.

Der Meniskus wurde (vgl. Figur) am oberen, glatt abgeschliffenen Ende eines vertikal auf eine Grundplatte *G* aufgekitteten Rohres *R* erzeugt. Zu diesem Zwecke kommunizierte das Rohr durch eine Glasfeder *F* mit einem vertikal aufgestellten engen Glasrohr *K*, das am oberen Ende durch einen Hahn *H* abgeschlossen werden konnte. Durch Druckänderung im Rohre *K* konnte Quecksilber zwischen *K* und *R* bewegt und der Meniskus oberhalb *R* in beliebiger Höhe eingestellt werden. Die übergeführten Quecksilbermengen ergaben sich aus den Niveauänderungen der Quecksilberkuppe in *K*, welche an einem hintergelegten Maßstab abgelesen wurden. Das Rohr *K* war genügend zylindrisch; sein Querschnitt war durch Auswägen zu 3,013 qmm bestimmt worden.



Als Ausgangslage für die Berechnung der übergeführten Quecksilbermengen diene die Einstellung der Quecksilberkuppe in K , welche einem Meniskus vom Volumen Null entsprach. Sie wurde dadurch herbeigeführt, daß man eine plane Glasplatte auf den abgeschliffenen oberen Rand von R preßte, wobei darauf zu achten war, daß das Quecksilber unterhalb der Glasplatte auch wirklich den ganzen Rohrquerschnitt ausfüllte. Die auf solche Weise am Anfang jeder Beobachtungsreihe gefundene Ausgangslage konnte am Schluß der Reihe innerhalb eines cmm bestätigt werden.

Die Höhe des Quecksilbermeniskus oberhalb R wurde mit einem Sphärometer bestimmt. Das untere Ende der Sphärometerschraube war zu einer Spitze ausgebildet; eingestellt wurde auf Berührung der Spitze mit ihrem Spiegelbild in der Mitte der Meniskusfläche. Die Höhe Null ergab sich aus der Einstellung auf eine Glasplatte bekannter Dicke, welche auf den Rand des Rohres R aufgelegt wurde.

Zu den Beobachtungen dienten fünf Rohre von verschiedener Weite: $2r = 23,70$; $20,75$; $18,40$; $16,05$; $13,90$ mm. Mit jedem Rohr wurden zwei Reihen von je 5 bis 7 Beobachtungen mit teils steigendem (st.), teils fallendem (f.) Meniskus angestellt. Die zusammengehörigen Werte von Höhe (h) und Volumen (V) des Meniskus sind in der folgenden Tabelle, nach wachsendem Volumen geordnet, aufgeführt.

Volumen der Menisken in cmm.

1. Reihe.					2. Reihe.				
	h mm	V_B	$V_B - V_L$	$V_B - V_{Tab.}$		h mm	V_B	$V_B - V_L$	$V_B - V_{Tab.}$
$2r = 23,70$									
f.	1,601	528	-6	+2	st.	1,773	589	-7	0
f.	1,992	674	-4	+2	f.	1,963	659	-7	-1
st.	1,996	675	-4	+2	st.	2,023	683	-7	-1
st.	2,350	818	0	+2	f.	2,438	847	-5	-3
f.	2,371	826	0	+2	st.	2,552	899	-2	-1
st.	2,681	958	+3	+2	st.	2,656	942	-3	-4
st.	2,697	969	+5	+3					

Volumen der Menisken in cmm.

1. Reihe				2. Reihe			
h mm	V_B	$V_B - V_L$	$V_B - V_{Tab.}$	h mm	V_B	$V_B - V_L$	$V_B - V_{Tab.}$

$2r = 20,75$

f.	1,409	335	-7	0	f.	1,605	389	-5	+1
st.	1,642	396	-8	-2	f.	2,022	508	-2	+2
f.	2,390	617	-3	-2	st.	2,334	602	0	+1
f.	2,795	754	+2	-2	f.	2,598	689	+3	+2
st.	2,822	765	+4	0	st.	2,683	717	+3	+1
					st.	2,775	749	+3	0

$2r = 18,40$

f.	1,605	295	-4	-1	f.	1,921	366	+1	+3
f.	1,619	298	-4	-1	st.	2,084	402	+1	0
st.	1,700	316	-3	0	f.	2,462	491	0	-1
st.	2,132	412	-1	0	st.	2,514	504	0	-1
f.	2,174	420	-2	-1	st.	2,628	535	+2	0
st.	2,600	527	+1	-1					

$2r = 16,05$

f.	1,617	225	+4	+6	f.	1,488	202	+1	+4
st.	2,021	289	+5	+5	f.	1,794	250	+3	+5
f.	2,165	315	+7	+6	f.	2,344	346	+6	+5
st.	2,706	418	+8	+4	st.	2,350	347	+5	+3
f.	2,727	423	+8	+4	st.	2,733	424	+8	+4
st.	2,937	469	+10	+5	st.	2,895	462	+12	+7

$2r = 13,90$

f.	1,665	163	-1	0	f.	1,723	171	+1	0
f.	2,123	220	+3	+2	st.	1,950	198	+2	+1
st.	2,406	258	+2	-1	f.	2,237	234	+2	0
f.	2,647	293	+3	0	st.	2,535	279	+5	+2
st.	2,683	299	+3	-1	st.	2,558	280	+3	0
					st.	2,652	294	+3	-1

Zur Darstellung der Beobachtungen hat Hr. Th. Lohnstein folgende Formel aufgestellt¹⁾:

$$V = h \pi \left[r^2 + \varphi(h) (r^2 - \psi(h)) e^{-\frac{r \sqrt{2\mu_1}}{a}} - r \sqrt{\mu_2} \sqrt{2a^2 - \mu_2 h^2} \right],$$

wo

$$\varphi(h) = \frac{8\mu_1}{1 + \sqrt{1 - \frac{\mu_1 h^2}{2a^2}}} \cdot e^{-2 + 2\sqrt{1 - \frac{\mu_1 h^2}{2a^2}}}$$

und

$$\psi(h) = \frac{a^2 - \mu_2 h^2}{\sqrt{\mu_2} \sqrt{2a^2 - \mu_2 h^2}}$$

und die Zahlenfaktoren

$$\mu_1 = 0,8, \quad \mu_2 = 0,85, \quad a = 2,5$$

angenommen sind.

Die mit $V_B - V_L$ überschriebenen Spalten geben die Abweichungen der beobachteten Volumina von den nach der Lohnsteinschen Formel berechneten. Die Abweichungen zeigen einen kleinen systematischen Gang und wachsen mit zunehmender Meniskushöhe; dieser Gang mag davon herrühren, daß die Quecksilberkuppe begrenzende scharfe Kante keine ideale mathematische Linie ist. Wir haben diese Abweichungen graphisch ausgeglichen und sie alsdann den nach der Lohnsteinschen Formel berechneten Werten hinzugefügt. Das Ergebnis ist in der am Schluß dieser Mitteilung gegebenen Tabelle enthalten, welche also die Gesamtheit unserer Beobachtungen darstellt. Aus den unter $V_B - V_{Tab}$ in der vorstehenden Zusammenstellung aufgeführten Abweichungen der beobachteten Volumina von den aus der Tabelle entnommenen kann man wohl noch für einzelne Rohre kleine übrigbleibende systematische Differenzen erkennen, die vielleicht davon herrühren, daß wegen der Abweichung des Querschnitts der Rohre von der Kreisgestalt die Rohrdurchmesser nicht genauer als auf 0,05 mm bestimmbar sind.

Zwischen den Beobachtungen bei steigendem und fallendem Meniskus ist ein systematischer Unterschied nicht erkennbar.

1) Th. Lohnstein, Ann. d. Phys. 33. p. 296. 1910.

Volumen des Meniskus in cmm.

Höhe des Meniskus in mm	Durchmesser des Rohres in mm										
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1,6	157	185	214	245	280	318	356	398	444	492	541
1,7	169	198	229	263	300	340	381	426	475	526	579
1,8	181	211	244	281	320	362	407	455	507	560	616
1,9	194	225	261	300	341	385	433	484	539	595	654
2,0	206	240	278	319	362	409	460	513	571	631	694
2,1	219	256	295	338	384	434	487	543	604	667	735
2,2	233	271	313	358	406	459	515	574	637	704	776
2,3	247	287	331	379	430	485	544	606	672	742	817
2,4	262	303	350	400	454	511	573	639	708	781	859
2,5	276	320	369	422	478	538	602	672	745	821	903
2,6	291	338	388	444	503	565	633	706	782	862	948

(Eingegangen 16. Juni 1910.)