

**Tabelle 4.**  
Blasendurchmesser für verschiedene Flüssigkeiten

Flüssigkeit	Visko- sität	Kapillar- Durchm. mm	Blasendurch- messer mm	
			ber.	gef.
Schwefelkohlenstoff . .	3,5	0,047	0,84	0,77
		0,74	2,12	1,93
Äther . . . . .	2	0,046	0,77	0,75
		0,32	1,44	1,45
Acetessigester . . . . .	18	0,046	0,86	0,82
		0,58	1,98	1,97
m-Kresol . . . . .	129	0,144	1,30	1,37
		0,74	2,24	2,13
Olivenöl . . . . .	840	0,046	0,90	1,04
		0,74	2,26	2,23
Rizinusöl . . . . .	9500	0,046	1,30	0,96
		0,74	2,37	2,37

Es stimmen somit die berechneten Werte mit den experimentell bestimmten recht gut überein.

Demnach ist es möglich, die Blasengrösse angenähert zu berechnen, wenn der Kapillardurchmesser sowie die Oberflächenspannung und die Viskosität der Flüssigkeit bekannt sind.

Technisch-Chemisches Laboratorium der  
Eidgenössischen Technischen Hochschule, Zürich.

## 111. Über die Grösse der Gasblasen.

### II. Entwicklung an Filterplatten

von A. Guyer und E. Peterhans.

(7. V. 43.)

In der vorangehenden Arbeit wurde über die Grösse von Gasblasen berichtet, welche aus Einzelkapillaren austreten, sowie über die sie beeinflussenden Faktoren. Es wurde nun geprüft, ob die dort geltenden Zusammenhänge auch beim Bildungsprozess an Filterplatten bestehen würden. Die praktische Messung der in einer Flüssigkeit aufsteigenden Gasblasen erforderte die Entwicklung einer besonderen Apparatur, welche gestattete, photographische Auf-



gekuppelt, dass der Unterbrecher gerade im Augenblick schliesst, wo der Kondensator seine maximale Ladung besitzt. Diese wird über die Funkenstrecke entladen.

Zur Herstellung photographischer Aufnahmen wurde die Einrichtung nach Fig. 2 verwendet. Als Gefäss zur Blasen-erzeugung dient ein Becherglas B, in dessen Wände diametral zwei Rohre  $R_1$  und  $R_2$  eingesetzt sind. Der Lichtstrahl nimmt seinen Weg von der

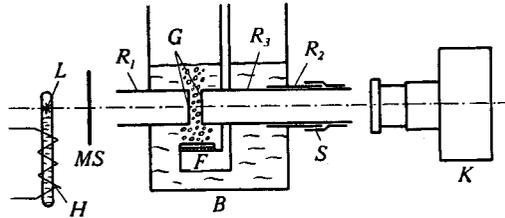


Fig. 2.

Apparatur für photographische Aufnahmen von Gasblasen.

Lichtquelle L durch die Mattscheibe MS und das Rohr  $R_1$ . Zwischen den planparallelen Scheiben G werden die Gasblasen beleuchtet, worauf das Licht durch das Rohr  $R_2$  in die Kamera K gelangt. Als Blasenverteiler dient die Filterplatte F. Zum Ausmessen der Filme wurde in ein rechteckiges Blechkästchen ohne Boden eine Glühlampe eingesetzt. Am Deckel wurde ein 25 mm breiter Streifen ausgeschnitten und durch eine Mattscheibe ersetzt. Mit einer Lupe und durchsichtigem Millimeterpapier konnte jede einzelne Blase auf 0,1 mm genau gemessen werden.

Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse der Messungen. In Fig. 3 sind einige photographische Aufnahmen reproduziert.

a.	b.	c.
Flüssigkeit: Wasser	Flüssigkeit: Wasser – Alkohol 9 zu 1	Flüssigkeit: Wasser – Alkohol 9 zu 1
Filter: Nr. 1	Filter: Nr. 1	Filter: Nr. 1
Strömungsgeschwindigkeit: 500 cm <sup>3</sup> /min.	Strömungsgeschwindigkeit: 500 cm <sup>3</sup> /min.	Strömungsgeschwindigkeit: 125 cm <sup>3</sup> /min.

Fig. 3.

Photographische Aufnahmen von Gasblasen in Flüssigkeiten.  
Vergrößerung: 2,5fach linear.

Tabelle 1.

Blasendurchmesser als Funktion der physikalischen Eigenschaften von Filterplatten.

Flüssigkeit	Strömungs- geschwindig- keit cm <sup>3</sup> /min	Mittlerer Blasendurchmesser in mm für Filter Nr.				
		00	1	2	3	4
Wasser . . . . .	1	—	1,5	—	—	0,5
	3	—	—	1,1	0,6	0,5
	10	2,9	1,6	1,1	0,8	0,6
	50	3,0	1,8	1,3	0,9	0,7
	125	3,2	2,0	1,6	1,3	1,0
	250	3,5	2,3	1,9	1,5	1,2
	500	3,7	2,5	2,2	1,8	1,6
	1000	3,7	2,7	2,3	2,1	1,9
	2000	—	—	2,3	2,1	—
	3000	3,6	2,6	—	—	—
Wasser : Alkohol 9 : 1 . . .	2	—	1,0	0,5	0,3	0,3
	10	2,4	1,0	0,6	0,4	0,3
	50	2,4	1,1	0,6	0,4	0,4
	125	2,6	1,1	0,6	0,5	0,4
	250	2,6	1,0	0,7	0,5	0,4
	500	2,7	1,1	0,8	0,5	0,4
	1000	2,8	1,0	0,9	0,6	0,5
	2000	—	1,2	1,0	0,6	0,5
	3000	2,8	—	—	—	—
	Tetrachlorkohlenstoff . . .	250	2,8	1,7	1,4	1,2
m-Kresol . . . . .	250	3,8	2,9	2,2	2,0	1,8
Äther . . . . .	250	3,2	1,9	1,6	1,3	1,1
Essigsäure . . . . .	250	3,1	1,7	1,3	1,2	1,0
Benzol . . . . .	250	3,1	1,7	1,6	1,4	1,2
Chlorbenzol . . . . .	250	3,3	1,8	1,5	1,3	1,1
Benzaldehyd . . . . .	250	3,3	1,9	1,5	1,4	1,3
Nitrobenzol . . . . .	250	3,1	1,9	1,7	1,5	1,1
Äthylchlorhydrin . . . . .	250	3,3	2,2	1,6	1,4	1,3
Schwefelkohlenstoff . . . .	250	3,1	2,0	1,5	1,4	1,2
Acetessigester . . . . .	250	3,4	1,8	1,6	1,3	1,2
Oliveneröl . . . . .	250	4,1	3,3	2,6	2,3	2,1

Für die Bestimmung der Blasengröße als Funktion des Porendurchmessers wurden m-Kresol, Wasser, Tetrachlorkohlenstoff und ein Gemisch von Wasser und Alkohol im Verhältnis 9 zu 1 verwendet. Zur Verfügung standen die Glasfilterplatten von *Schott* mit den

Bezeichnungen 33 cG 00, 1, 2, 3, 4. Die mittleren Porendurchmesser dieser Filter sind:

Korngrösse Nr.	Mittlerer Porendurchmesser in $\mu$
00	350
1	120
2	65
3	27,5
4	10

Fig. 4 stellt den Blasendurchmesser als Funktion des Porendurchmessers für die Strömungsgeschwindigkeit 250 cm<sup>3</sup>/min dar.

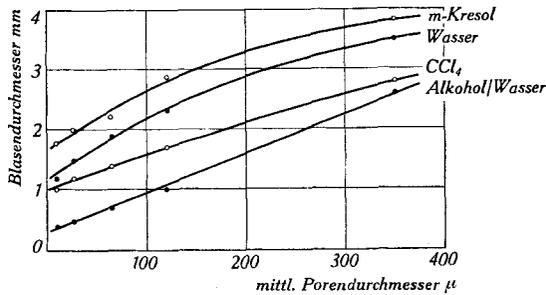


Fig. 4.

Blasendurchmesser als Funktion des Porendurchmessers.

Prinzipiell ist der Zusammenhang für Filterplatten der gleiche wie für Einzelkapillaren. Der Blasendurchmesser steigt mit zunehmendem Porendurchmesser ebenfalls an. Es entstehen aber keine mathematisch genauen Kurven mehr. Die Ursachen sind verschiedene. Einmal ist es der grosse Unterschied im Porendurchmesser einer bestimmten Filternummer. Diese Wirkung ist unabhängig von den andern Eigenschaften. Ein neu hinzutretender Faktor aber ist der Vereinigungsmechanismus von Gasblasen bei der Entstehung, welcher stark von der Strömungsgeschwindigkeit des Gases abhängig ist.

Die Abhängigkeit der Blasengrösse von der Oberflächenspannung ist in Fig. 5 wiedergegeben. Die einzelnen Kurven wie auch die Kurvenschar als Ganzes sind der entsprechenden graphischen Darstellung für Einzelkapillaren sehr ähnlich. Auch hier steigt der Blasendurchmesser mit zunehmender Oberflächenspannung.

An Stelle der Frequenz der Gasblasen tritt für Filterplatten die Strömungsgeschwindigkeit des Gases, die sich für diese Versuche über das Gebiet von 1 bis 3000 cm<sup>3</sup>/min erstreckt. Um so

grosse Differenzen der Strömungsgeschwindigkeit miteinander vergleichen zu können, trägt man die beiden Achsen logarithmisch auf. Fig. 6 zeigt den Blasendurchmesser als Funktion der Strömungsgeschwindigkeit. Prinzipiell ist ein Zunehmen des Blasendurchmessers mit steigender Strömungsgeschwindigkeit festzustellen.

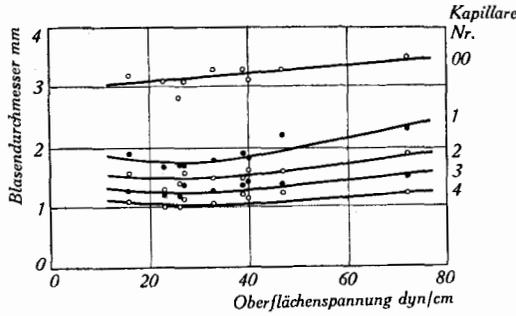


Fig. 5.

Blasendurchmesser als Funktion der Oberflächenspannung.

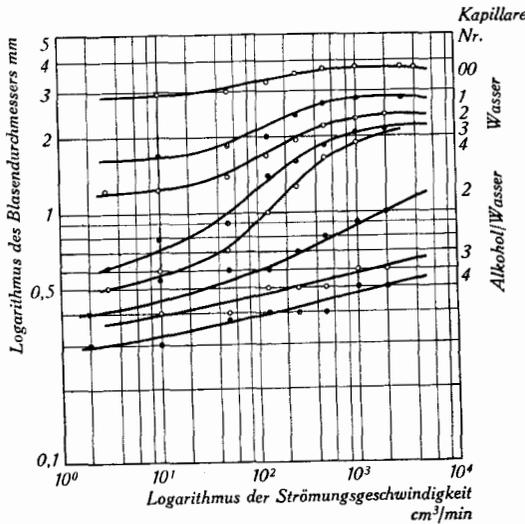


Fig. 6.

Blasendurchmesser als Funktion der Strömungsgeschwindigkeit.

Diese Gesetzmässigkeit hat vor allem für kleine Porendurchmesser strikte Gültigkeit. Mit steigendem Porendurchmesser verlieren die Kurven, die teils annähernd Geraden sind, an Steigung und nähern sich den Gesetzen für Einzelkapillaren. Dies bestätigt die Behauptung, wonach bei groben Filtern mit grossem Porenabstand die entstehenden Gasblasen sich gegenseitig nicht mehr berühren können.

Merkwürdigerweise ist die Abhängigkeit der Blasengrösse von der Viskosität zwischen Einzelkapillaren und Filterplatten teilweise verschieden. Anfänglich sinkt die Glasblasengrösse mit steigender Viskosität, erreicht ein Minimum und steigt dann rasch an, wie Fig. 7 darstellt.

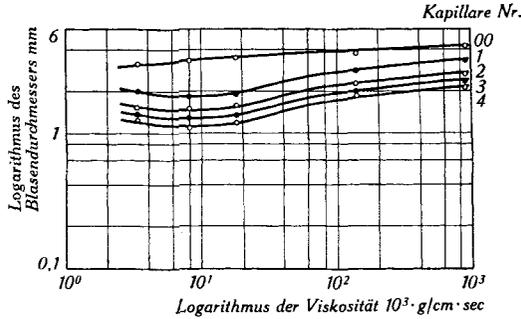


Fig. 7.

Blasendurchmesser als Funktion der Viskosität.

Auch hier ist für Filterplatten der Übergang zu den Einzelkapillaren beim Filter Nr. 00 deutlich erkennbar. Die Kurve zeigt weder ein Minimum noch ein Maximum, sondern steigt kontinuierlich an.

Grundsätzlich kann gesagt werden, dass die mechanischen bzw. physikalischen Eigenschaften von Pore, Flüssigkeit und Gas bei Filterplatten die nämliche Wirkung ausüben wie bei Einzelkapillaren; die Abhängigkeit ist aber zufolge der neu hinzutretenden, blasenbeeinflussenden Faktoren nicht mehr so übersichtlich wie für Einzelkapillaren. Die Kurven haben nur noch grobquantitative Gültigkeit und können nur noch zur Ermittlung der Grössenordnung der verschiedenen Einflüsse dienen.

Technisch-Chemisches Laboratorium der  
Eidgenössischen Technischen Hochschule, Zürich.