

ÜBER DIE ABHÄNGIGKEIT DER ADHÄSION VON DER KONTAKTZEIT

Von

A. PATZKÓ, F. SZÁNTÓ und B. VÁRKONYI

Institut für Kolloidchemie der Attila-József-Universität, Szeged

(Eingegangen am 15. Juli, 1971)

Es wurde der Abreißwinkel von Quarzfraktionen verschiedenen Dispersitätsgrades in Wasser und in Methylalkohol in Abhängigkeit von der Kontaktzeit untersucht. Es wurde festgestellt, daß die Haftfähigkeit mit der Zunahme der Kontaktzeit der Teilchen mit der Bodenfläche zunimmt; die Adhäsion kleinerer Teilchen ändert sich nach an Adsorptionsisothermen erinnernden Kurven, diejenige größerer Teilchen linear.

Einleitung

In unserer vorhergehenden Arbeit [1] wurde nachgewiesen, daß die Adhäsion in Flüssigkeiten suspendierter fester Teilchen von mikroskopischen Dimensionen an Festkörperflächen u. a. vom Dispersitätsgrad, und bei besonders kleinen Abmessungen in Wasser von der sog. Kontaktzeit abhängt. BUZÁGH [2, 3] beobachtete zuerst bei Haftzahlmessungen, daß die Kontaktzeit von Quarzteilchen von 1—2 μm Teilchendurchmesser in Wasser mit der Kontaktzeit zunimmt. Später stellten DERJAGIN und ZIMON [4, 5] mit der Zentrifugiermethode fest, daß die Haftfähigkeit von Glaspulverteilchen von 50 und 60—90 μm Teilchenradius, die eine mit einem Flüssigkeitsfilm überzogene Glasplatte berühren, mit der Kontaktzeit nahezu linear zunimmt. KRUPP und Mitarbeiter [6], die die Haftfähigkeit von Goldteilchen an verschiedenen Flächen ebenfalls mit der Zentrifugiermethode untersuchten, wiesen darauf hin, daß die Abhängigkeit der Adhäsionskraft von der Kontaktzeit wahrscheinlich mit dem zeitlich meßbaren Dünnerwerden des Flüssigkeitsfilms zwischen der Bodenfläche und den Teilchen in Zusammenhang steht. Aus diesen wenigen Mitteilungen geht hervor, daß die Adhäsion mit der Kontaktzeit zunimmt, doch stehen über den Ausmaß der Zunahme und ihre Abhängigkeit von den Teilchengröße Versuchsergebnisse kaum zur Verfügung. Deshalb führten wir diesbezügliche systematische Untersuchungen mit dem BUZÁGHschen Abreißwinkelmeßer durch.

Versuchsmaterialien und Methoden

Die bei den Versuchen benützten Materialien, deren Vorbereitung und die Durchführung der Messungen sind in unserer erwähnten Arbeit [1] beschrieben.

V Versuchsergebnisse

Es wurde der Abreißwinkel monodisperser Quarzpulver verschiedenen Dispersitätsgrades in Wasser und Methylalkohol, in Abhängigkeit von der Kontaktzeit gemessen. Die Versuchsergebnisse in Wasser sind in Tabelle I und Fig. 1 dargestellt.

Tabelle I

Abreißwinkel monodisperser Quarzpulver verschiedenen Dispersitätsgrades in Wasser in Abhängigkeit von der Kontaktzeit

Teilchenradius μm	$\sin \alpha$						
	Kontaktzeit						
	einige Minuten	1 Stunde	2 Stunden	4 Stunden	1 Tag	2 Tage	3 Tage
3.7	> 0.96	> 0.96	> 0.96	> 0.96	> 0.96	> 0.96	> 0.96
7.5	0.40	0.48	0.60	0.64	0.66	> 0.96	> 0.96
15	0.25	0.26	0.32	0.50	0.54	0.78	> 0.96
25	0.65	0.67	0.71	—	0.74	0.90	0.96
35	0.61	—	0.62	—	0.76	0.86	0.94
50	0.55	—	0.56	—	0.66	0.76	0.93
80	0.51	—	0.52	—	0.61	0.70	0.90
120	0.48	—	0.48	—	0.54	0.69	0.82
140	0.45	—	0.46	—	0.57	0.70	0.82

Es ist ersichtlich, daß im Falle einer sehr kurzen Kontaktzeit (von einigen Minuten) der Sinus des Abreißwinkels des Quarzpulvers in destilliertem Wasser mit zunehmender Teilchengröße einer Maximum-Minimum-Kurve gemäß wächst. Das Minimum der Haftfähigkeit ist bei $15 \mu\text{m}$, das Maximum bei $25 \mu\text{m}$ Teilchenradius zu finden; bei weiterer Zunahme der Teilchengröße nimmt die Haftfähigkeit wieder etwas ab. Es zeigt sich weiters, daß der Abreißwinkel auch von der Kontaktzeit mit der Glasplatte stark abhängig ist. Diese Abhängigkeit ist bei kleinen Teilchengrößen deutlicher: die Abreißwinkel bei 7.5 und $15 \mu\text{m}$ Teilchenradius sind nach zweistündiger Kontaktzeit viel größer als die nach einer kürzeren Kontaktzeit gemessenen. Nach eintägigem Stehen nimmt die Haftfähigkeit auch bei größeren Teilchen meßbar zu. Bei weiterer Verlängerung der Kontaktzeit verschiebt sich die immer stärker verflachende Minimum-Maximum-Kurve nach höheren

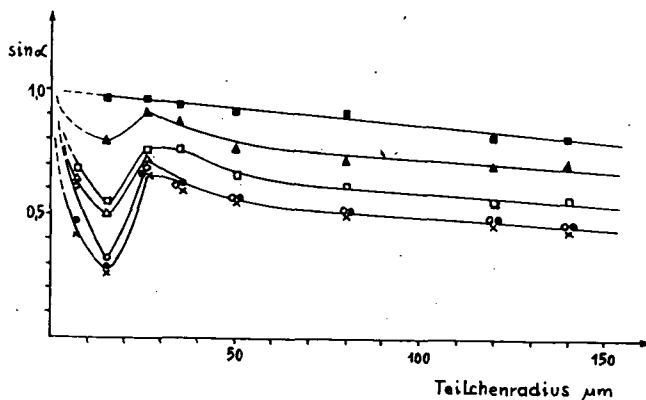


Fig. 1. Abreißwinkel in Wasser in Abhängigkeit von der Teilchengröße und der Kontaktzeit. Kontaktzeit: \times einige Minuten, \bullet 1 Stunde, \circ 2 Stunden, \triangle 4 Stunden, \square 1 Tag, \blacktriangle 2 Tage, \blacksquare 3 Tage

Werten, und nach drei Tagen ändert sich die Haftfähigkeit einer mit der Zunahme der Teilchengröße stetig abnehmenden Kurve entsprechend, wie dies im Falle starker Adhäsion (z.B. Quarz in Benzol) auch in unserer früheren Mitteilung [1] nachgewiesen wurde.

In Methylalkohol (Tab. II, Fig. 2) nimmt der Abreißwinkel der Quarzteilchen verschiedenen Dispersitätsgrades mit der Zunahme der Kontaktzeit ebenfalls zu;

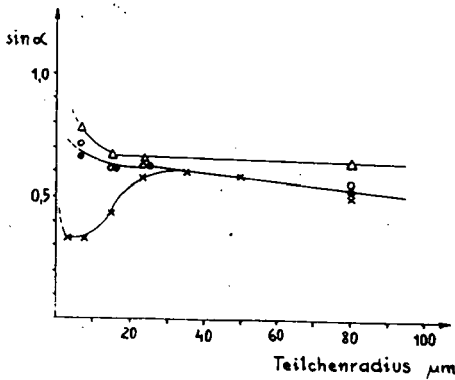


Fig. 2. Abreißwinkel in Methylalkohol in Abhängigkeit von der Teilchengröße und der Kontaktzeit Kontaktzeit: × einige Minuten, ● 1 Stunde, ○ 2 Stunden, △ 3 Stunden

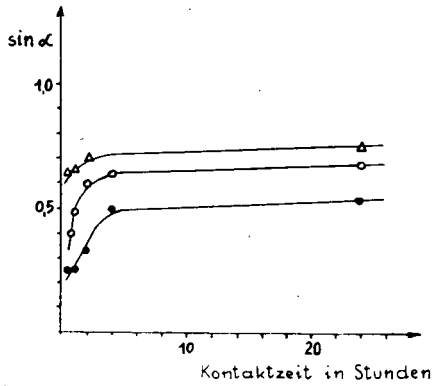


Fig. 3. Abreißwinkel in Wasser in Abhängigkeit von der Kontaktzeit. Teilchenradius: ○ 7.5 μm , ● 15 μm , △ 25 μm

nach einigen Minuten Kontaktzeit ergeben die Abreißwinkel in Abhängigkeit von der Teilchengröße eine Minimum-Maximum-Kurve, die einen dem im wässrigen System gefundenen ähnlichen Charakter aufweist. In Methylalkohol zeigt aber die Haftfähigkeit mit zunehmender Teilchengröße bereits nach einigen Stunden Kontaktzeit eine abnehmende Tendenz, was in Wasser erst nach einer Kontaktzeit von einigen Tagen zu beobachten ist.

Die Haftfähigkeit kleinerer Quarzteilchen ändert sich mit zunehmender Kontaktzeit nach an Adsorptionsisothermen erinnernden Kurven, wie aus Fig. 3 ersichtlich. Die Haftfähigkeit nimmt nach 1—2 stündiger Kontaktzeit steil zu, und erreicht nach mehrtägiger Wartezeit einen Grenzwert. (Eine derartige Zunahme der Adhäsion wurde von HOWE u. a. [7] bei der Messung des trockenen Haftens von Pyrexteilchen nachgewiesen). Eine solche Zunahme ist bei Quarzfraktionen mit Teilchenradius

Tabelle II

Abreißwinkel monodisperser Quarzpulver verschiedenen Dispersitätsgrades in Methylalkohol in Abhängigkeit von der Kontaktzeit

Teilchenradius μm	sin α			
	Kontaktzeit			
	einige Minuten	1 Stunde	2 Stunden	3 Stunden
3.7	0.34	—	—	—
7.5	0.34	0.66	0.71	0.78
15	0.44	0.61	0.61	0.66
25	0.58	0.61	0.61	0.65
35	0.61	—	—	—
50	0.58	—	—	—
80	0.50	0.51	0.55	0.65

zwischen 7.5 und 25 μm zu finden. Bei Teilchen von größeren Dimensionen (Teilchenradius $> 35 \mu\text{m}$) nimmt die Haftfähigkeit mit der Kontaktzeit praktisch linear zu (Fig. 5).

Die Zunahme der Haftfähigkeit der Quarzteilchen mit der Kontaktzeit läßt sich dadurch erklären, daß die Deformation der Lyosphären auch bei Teilchen von geringem Gewicht möglich ist und dieser Prozeß in meßbarer Zeit abläuft [8].

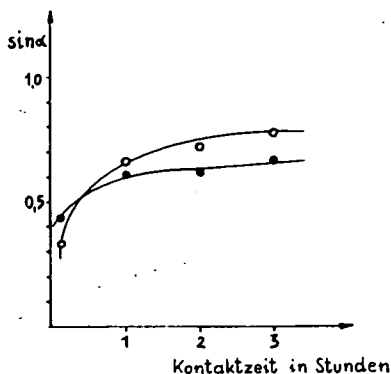


Fig. 4. Abreißwinkel in Methylalkohol in Abhängigkeit von der Kontaktzeit. Teilchenradius: \circ 7.5 μm , \bullet 15 μm

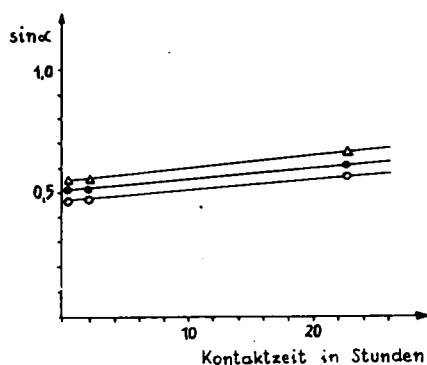


Fig. 5. Abreißwinkel in Wasser in Abhängigkeit von der Kontaktzeit. Teilchenradius: Δ 50 μm , \bullet 80 μm , \circ 140 μm

Die stärkste Zeitabhängigkeit ergibt sich bei Teilchen von 15 μm Radius; die Zunahme der Haftfähigkeit mit der Kontaktzeit ist bei diesen am stärksten. Der nach einigen Minuten Kontaktzeit gemessene Abreißwinkel ist klein, da keine Zeit für die Deformation der Lyosphäre vorhanden ist; so kann das Teilchen am Flüssigkeitsfilm abgleiten. Mit zunehmender Kontaktzeit wird aber die Distanz zwischen Teilchen und Glasplatte infolge der stärkeren Deformation der Lyosphäre geringer, was eine Zunahme der Adhäsion mit sich bringt. Bei größeren Teilchen ist dieser Effekt weniger deutlich, wahrscheinlich deshalb, weil infolge der auch anfänglich starken Deformation der Lyosphären weniger Möglichkeit zu weiterer Deformation besteht und infolgedessen die Zunahme der Haftfähigkeit mit der Kontaktzeit geringer ist. Im Falle von genügend großen Teilchen bzw. bei einer Kontaktzeit von entsprechender Dauer können die aus Wasser oder Methylalkohol gebildeten, dickeren, deformierbaren Lyosphären so dünn werden, daß die für schlecht benetzbare Systeme mit großer Adhäsion charakteristische Abhängigkeit von der Teilchengröße erhalten wird. Infolge der leichteren Deformierbarkeit der Lyosphäre verläuft dieser Prozeß in Methylalkohol schneller, als im Wasser.

Diese Erscheinung beweist überzeugend, daß die Deformierbarkeit der aus dem Dispersionsmittel gebildeten Lyosphäre — wie schon BUZÁGH [8] darauf hinwies — einer der wichtigsten Faktoren der Ausbildung der Haftfähigkeit bedeutet und auch weitere Möglichkeiten zur Erforschung der Eigenschaften von dünnen Flüssigkeitsfilmen ergibt.

Literatur

- [1] Patzkó, A., B. Várkonyi, F. Szántó: Acta Phys. et Chem. Szeged 17, 91 (1971).
- [2] Buzágh, A.: Kolloid-Z. 51, 105 (1930).
- [3] Buzágh, Á.: Kolloid-Z. 51, 230 (1930).
- [4] Derjagin, B. V., A. D. Zimon: Kolloidnűj Zsurnal 23, 544 (1961).
- [5] Zimon, A. D.: Kolloidnűj Zsurnal 25, 317 (1963).
- [6] Krupp, H.: Advan. Colloid Interface Sci. 1, 111 (1967).
- [7] Howe, P. G., D. P. Benton, I. E. Puddington: Can. J. Chem. 33, 1375 (1955).
- [8] Buzágh, A.: Kolloid-Z. 52, 46 (1930).

О ЗАВИСИМОСТИ АДГЕЗИИ ОТ ВРЕМЕНИ КОНТАКТА

А. Пацко, Ф. Санто и Б. Варкони

Авторами изучалось угол отрыва кварцовых фракций различной степени дисперсии в воде и метиловом спирте в зависимости от времени контакта. Было установлено, что способность к прилипанию изменяется параллельно с временем контакта с основной плитой: адгезия частиц небольшого размера по кривым подобны адсорпционному изотерму, а большего размера линейно.