

Applikationsbericht 16

Bestimmung der Sedimentationsrate eines Kalkpulvers

Fragestellung

Die Sedimentationsrate in einer Flüssigkeit zu bestimmen, ist eine häufige Anwendung zur Qualitätskontrolle der Korngröße eines Pulvers. Dabei kann es entscheidend sein, an welcher Position im Meßzylinder oder Becherglas die Sedimentation bestimmt wird. Ausschlaggebend dafür ist die Abnahme der Dichte während der Sedimentation. Bei zunächst gleichmäßiger Verteilung der Pulverkörner kann zum Zeitpunkt $t=0$ von einer homogenen Dichte im Meßzylinder ausgegangen werden. Nach Beginn der Sedimentation nimmt die Dichte von oben nach unten hin ab. Der Dichtegradient ist dabei abhängig von der Zeit. So nimmt am Boden des Meßzylinders die Dichte immer weiter zu, bis die Sedimentation vollständig abgelaufen ist, während die Dichte an der Oberfläche der Flüssigkeit abnimmt. Während der Messung umgibt den Probenkörper in einem Meßzylinder eine wechselnde Dichte. Somit ist auch der Auftrieb des Probenkörpers keine Konstante und wirkt der Sedimentaflage am Probenkörper entgegen.

Methode

Mit dem dynamischen Kontaktwinkelmeßgerät und Tensiometer, DataPhysics DCAT 11, wurde ein Kalkpulver in Wasser aufgeschlämmt. Die Sedimentationsrate wurde mit einem Hohlkegel gemessen. Der Hohlkegel hatte einen Außendurchmesser von 16,5 mm. Die Eintauchtiefe betrug 30 mm. Als Meßzylinder wurde ein Becherglas 100 ml, hohe Form, benutzt. Das Pulver wurde auf eine Höhe von ca. 5 mm eingefüllt und 10 min mit einem Magnetrührer gerührt. Die Probe wurde nochmals 10 s vor der Messung gerührt und 5 s nach dem Rühren gemessen. Die Meßdauer betrug 10 min.

Ergebnisse

Der Versuch zeigte, daß nach 120 Sekunden die Sedimentation des Pulvers nahezu abgeschlossen war und keine weitere Gewichtszunahme am Sedimentationskörper festzustellen war (s. Abb. 1) Nach dieser Zeit konnte auch beobachtet werden, daß die Flüssigkeit nahezu klar war. Nach Auswertung der Sedimentationsrate konnte eine Zunahme nach 60 Sekunden festgestellt werden (s. Abb. 2).

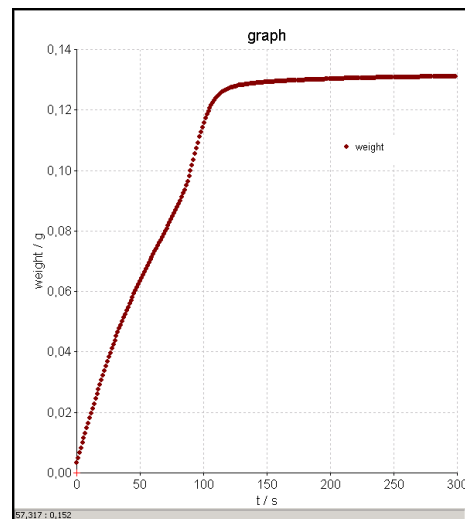


Abb. 1 Graph – Gewicht über die Zeit

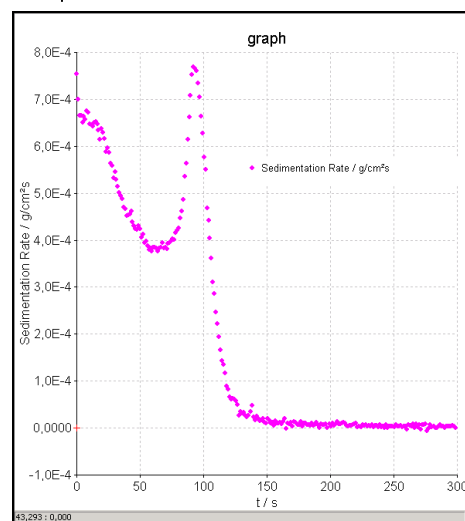


Abb. 2: Graph – Sedimentationsrate

Die Sedimentationsrate nimmt immer mehr zu bis zum Zeitpunkt 90 Sekunden und fällt danach steil ab. Als Erklärung für diese Erscheinung galt es zu Beweisen, daß die Dichte am Prüfkörper sich während der Messung ändert und dabei der Auftrieb des Prüfkörpers. Am Boden findet dabei eine Dichteerhöhung und am oberen Rand eine Verminderung über die Sedimentationszeit statt.

In einem weiteren Versuch wurde deshalb eine Kugel in verschiedenen Höhen positioniert und der Auftrieb durch die Gewichtsveränderung beschrieben. Die Sedimentation an der Kugel war dabei so gering, daß diese Größe vernachlässigt werden konnte. Die Kugel wurde in folgenden Höhen positioniert: 1 mm unterhalb der Flüssigkeitsoberfläche (Oben), in der Mitte des Meßzylinders (Mitte) und 6 mm vom Glasboden entfernt (Unten) damit die Kugel nicht auf dem Sediment aufsitzt.

Die Messungen (s. Abb. 3-5) zeigen, daß der Einfluß der Dichteänderung zum Boden hin zunimmt. Während direkt an der Oberfläche der beobachtete Effekt kaum auftritt, wird der Auftrieb der Kugel im Bereich des Bodes soweit verändert, daß die Kugel trotz geringer Sedimentationsauflagen sogar „leichter“ wird. Erst bei stärkerer Sedimentation und damit verbundener geringeren Dichte wird der Auftrieb wieder geringer und die Kugel „schwerer“. Das Durchlaufen der Sedimentpartikel am Prüfkörper dauert je nach Höhe länger, aber nach Beendigung der Sedimentation stellt sich bei allen Messungen nahezu derselbe Auftrieb ein.

Zusammenfassung

Die Messung der Sedimentation ist abhängig von der Position des Prüfkörpers. Es empfiehlt nur so tief einzutauchen, daß der Effekt der Dichtegradierten sich so gering wie möglich auswirkt. Der Einfluß der Dichteänderung kann je nach Pulver stärker ausgebildet sein, z. B. bei sehr langsam sinkenden Sedimenten. Schnell sinkende Sedimente zeigen diesen Effekt weniger stark ausgeprägt.

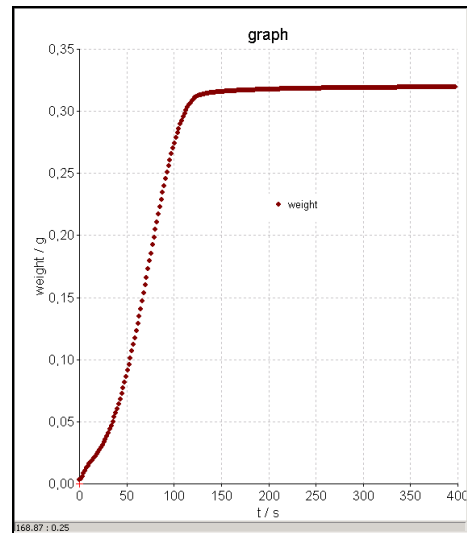


Abb. 3: Graph – Kugelauftrieb, Position Oben

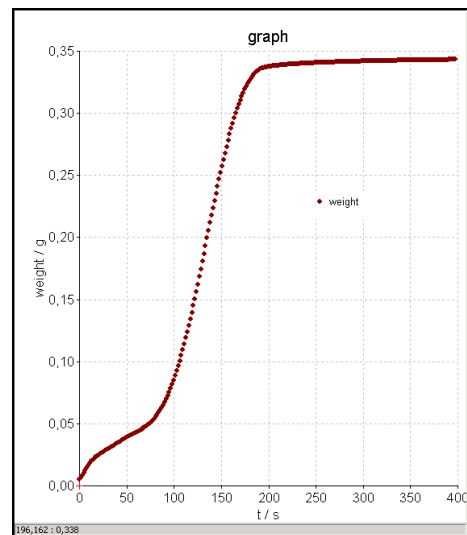


Abb. 4: Graph – Kugelauftrieb, Position Mitte

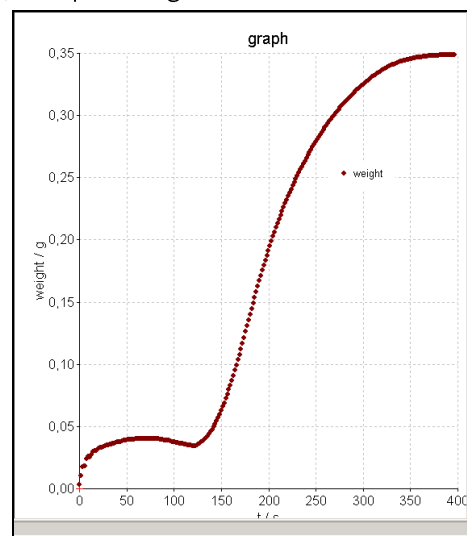


Abb. 5: Graph – Kugelauftrieb, Position Unten