



PAC

Process Analytical Chemistry - Data Acquisition and Data Processing

Hauptstandort	Linz (Oberösterreich)
Weitere Standorte	Kundl (Tirol), Salzburg, Lenzing (Oberösterreich), Krems (Niederösterreich), Wien
Thematische Schwerpunkte	Das PAC Konsortium hat sich zum Ziel gesetzt, valide chemische Informationen direkt aus den Prozessströmen in Echtzeit zu gewinnen. Diese Informationen sollen neue Optimierungspotenziale für chemische Prozesse in verschiedenen Branchen eröffnen.

Success Story Kurzversion

Online Viskositätsmessung

Um die Qualität und Ausbeute von chemischen und biologischen Prozessen zu optimieren ist es nötig, verschiedenste Prozessparameter zu kennen. Neben optischen Verfahren, welche hauptsächlich die Stoffzusammensetzungen untersuchen, spielt auch die Erfassung physikalischer Eigenschaften wie der Viskosität (Zähigkeit) von Flüssigkeiten eine wichtige Rolle. Mit Hilfe der Viskosität ist es möglich, auf Reaktionsfortschritte zu schließen, oder das Mischungsverhältnis zweier (unterschiedlich viskoser) Flüssigkeiten zu errechnen. Neben traditionellen Labormessverfahren, welche die gemittelte Viskosität größerer Probenmengen bestimmen, kommen auch miniaturisierte Sensoren zur Anwendung. Diese erlauben es, kleine Mengen verschiedenster Flüssigkeiten online zu analysieren. Im Forschungsprojekt werden neue Sensorprinzipien, entsprechende Herstellungstechnologien und deren Vergleichbarkeit mit klassischen Messverfahren, untersucht.

Success Story Langversion

Um die Qualität und Ausbeute von chemischen und biologischen Prozessen zu optimieren ist es nötig, verschiedenste Prozessparameter zu kennen. Neben optischen Verfahren, welche hauptsächlich die Stoffzusammensetzungen untersuchen, spielt auch die Erfassung physikalischer Eigenschaften wie der Viskosität (Zähigkeit) oder der Dichte von Flüssigkeiten eine wichtige Rolle. Beide Parameter ermöglichen es einerseits auf den aktuellen Reaktionszustand zu schließen, aber auch die technischen Eigenschaften der Flüssigkeit zu charakterisieren.

Um die entsprechenden Parameter direkt im Prozess ermitteln zu können, werden sogenannte „Online Viskosimeter“ verwendet. Die meisten von ihnen haben allerdings das Problem, dass ein Antriebsmotor einen Sensorkopf, der direkt z.B. in eine Flüssigkeitsleitung montiert ist, antreiben muss. Die damit konstruktiv erforderlichen Dichtungen und Lagerungen führen oft zur Verfälschung von Messungen und haben des Weiteren den Nachteil eines erhöhten Wartungsaufwandes.

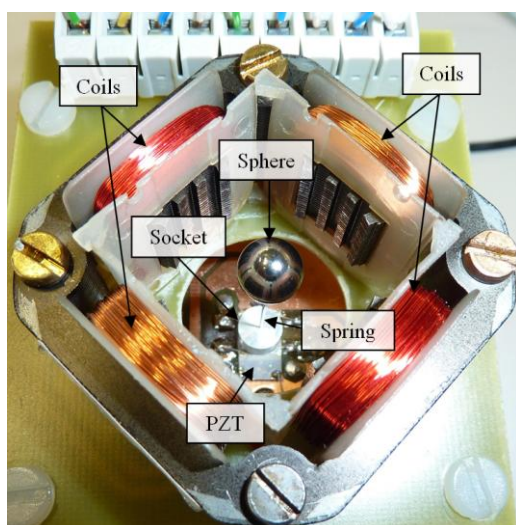


Abb. 1: Darstellung des Messsystems
Elektromagnetisch

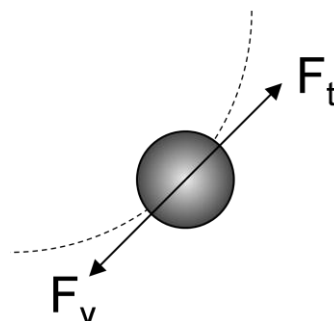


Abb. 2: Kraft durch viskose Reibung (F_v) und elektromagnetisch erzeugte Tangentialkraft (F_t) wirken auf die Kugel

Das in Abbildung 1 dargestellte Viskositäts- Messsystem vermeidet diese Probleme. Es imitiert das in Laboranwendungen etablierte Verfahren des Kugelfall-Viskosimeters. Hierzu wird die bei Letzterem verwendete geradlinige Fallbewegung einer Kugel in der zu vermessenden Flüssigkeit durch eine kreisende Bewegung ersetzt, was es ermöglicht, kontinuierlich Messungen durchzuführen. Dazu wird eine metallische Kugel, die auf einer Feder befestigt ist, mit vier Elektromagneten entsprechend angetrieben. Durch diese Art der Aktuierung ist es möglich, sowohl die Kraft als auch die Rotationsgeschwindigkeit der Kugel vorzugeben. Diese beiden Eingriffsgrößen erlauben es, die Kreisbahn, auf der sich die Kugel bewegt, genau zu kontrollieren. Im eingeschwungenen Zustand ist die auf die Kugel wirkende Tangentialkraft im Gleichgewicht mit der viskosen Reibungskraft (siehe Abb. 2).

Durch die Variation der Geschwindigkeit der Kugel ist es möglich Messungen in verschiedenen rheologischen Bereichen durchzuführen (Rheologie ist die Lehre von den Fließvorgängen). Zudem kann neben der Viskosität auch die Dichte der Flüssigkeiten bestimmt werden.

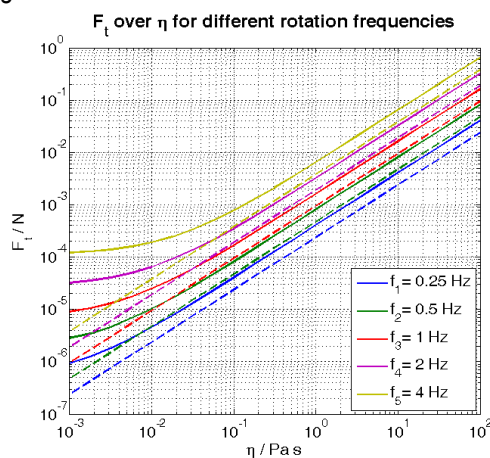


Abb. 3: Darstellung der Tangentialkraft an der Kugel über verschiedenen Viskositäten und bei unterschiedlichen Rotationsgeschwindigkeiten.

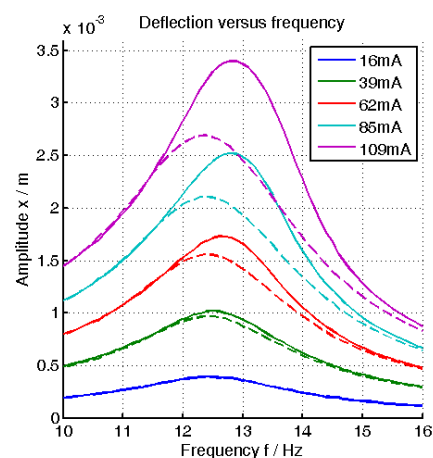


Abb. 4: Darstellung der Kugelauslenkungen im oszillierenden und im kreisenden Modus.

In Abbildung 3 sind Simulationsergebnisse für das Messsystem dargestellt. Der lineare Zusammenhang zwischen Viskosität und Tangentialkraft führt zu einer sehr simplen mathematischen Modellierung die im Bereich von kleinen Reynolds- Zahlen verwendet werden kann.

Abbildung 4 stellt typische resonante Messkurven des Messsystems bei verschieden starker Aktuierung dar. Die durchgezogenen Linien gehören hier zum kreisenden Anregemodus, die strichlierten Linien gehören zu dem alternativ verwendbaren schwingenden Modus. Hierbei schwingt die Kugel in einer Ebene hin und her.

Der spezielle sehr simple Aufbau des Messsystems erlaubt es das Messsystem in zwei räumlich getrennte Teile zu zerlegen. Die Kugel, sowie ihre Aufhängung, können direkt in ein (nicht metallisches) Rohr eingebaut werden, während sich die Aktuierungsspulen, die man auch zur Positionsmessung verwenden kann, außerhalb des Rohres befinden. Durch diese Trennung verhindert man, dass irgendwelche Teile von außen in das Rohrsystem geführt werden müssen. Des Weiteren ist das System gänzlich frei von drehenden Komponenten, wodurch Lager und etwaige Spezialdichtungen überflüssig werden. Optimierte chemische und biologische Prozesse sind ein weiterer Schritt in Richtung ressourcen- und umweltschonender Technologie.

Wirkungen und Effekte

Durch die Verwendung von miniaturisierten Viskositätssensoren wird es ermöglicht während eines chemischen Prozesses online Daten zu erfassen, die z.B. Aufschluss über den Reaktionsverlauf oder die Qualität des Produktes geben. Durch die günstigen Herstellungsprozesse miniaturisierter Sensoren kann eine Vielzahl solcher Sensoren eingesetzt werden die es ermöglichen den Reaktionsfortschritt an unterschiedlichen Positionen zu beobachten. So kann für ideale Prozessbedingungen gesorgt werden damit bei geringstem Ressourceneinsatz ein optimales Ergebnis erzielt werden kann.

Kontakt:

K-Projekt PAC – Process Analytical Chemistry
 RECENDT GmbH, Dipl.-Ing. Robert Holzer
 Altenberger Straße 69, A – 4040 Linz
 +43 (732) 2468 - 4602
robert.holzer@recendt.at www.recendt.at