

# Viskositätsmessung bei Druckfarben und Beschichtungen

## Viscosity Measurement in Inks and Coatings Applications

von Shравan Jumani, Product Manager, SenGenuity und Richard Kelley, Director of Marketing, SenGenuity  
by Richard Kelley, Director of Marketing, SenGenuity and Shравan Jumani, Product Manager, SenGenuity

Zu den wichtigsten Qualitätskriterien im Bereich Druckfarben und Beschichtungen zählt die Gleichmäßigkeit der Dicke bzw. die Konsistenz des aufgetragenen Materials, wobei die Viskosität ein Leitindikator für die Beschaffenheit ist. Zum Beispiel ist ein signifikanter Rückgang der Viskosität einer Druckfarbe sehr wahrscheinlich ein Indiz für einen zu großen Lösungsmittelgehalt, während umgekehrt eine Viskositätszunahme auf zu wenig Lösungsmittel hindeutet.

Druckereien optimieren ihre Maschinen in der Regel für maximalen Durchsatz und sind deshalb höchst anfällig gegenüber unbemerkten Viskositätsänderungen der Druckfarben. Es muss gewährleistet sein, dass die Druckfarben-Viskosität während des gesamten Druckvorgangs genau kontrolliert wird.

**TRADITIONELLE VERFAHREN ZUR VISKOSITÄTSMESSUNG.** Zu den traditionellen Methoden zur Messung der Viskosität gehören Auslaufbecher, Labor-Viskosimeter und in die Anlage integrierte mechanische Instrumente. Ein denkbar einfach aufgebautes Viskositätsmessinstrument stellt der Auslaufbecher (Bild 1) dar, der aus einem Behälter mit definiertem Volumen und einer Öffnung an der Unterseite besteht. Der Behälter wird mit der zu messenden Flüssigkeit gefüllt. Anschließend wird gemessen, wie viel Zeit die Flüssigkeit braucht, um durch die Öffnung an der Unterseite vollständig aus dem Becher herauszulaufen. So einfach und effektiv dieses Verfahren auch sein mag – Messungen mit dem Auslaufbecher sind sehr arbeitsaufwändig und das Ergebnis wird stark von der Person beeinflusst, die die Messung vornimmt. So ist es keineswegs ungewöhnlich, dass zwei Personen zu verschiedenen Resultaten kommen, wenn sie mit dem Auslaufbecher die Viskosität derselben Flüssigkeit bestimmen sollen. Unterschiede bei der Zeitmessung und hinsichtlich der Sorgfalt beim korrekten Füllen des Bechers wirken sich auf die Messergebnisse aus.



Bild 1: Auslaufbecher  
Figure 1: Zahn Cup  
(www.wikipedia.org, 2010)

One of the most important quality metrics within the Inks and Coatings arena is the uniformity of thickness, or consistency, of the material deposited. Viscosity is a leading indicator of ink and coatings consistency. For example, a significant drop in viscosity of printing ink is most likely an indication of excessive solvent while an increase in viscosity is indicative of a lack of solvent.

Printing press operations, which typically optimize their machines for high throughput, are very vulnerable to undetected changes in the viscosity of inks and need to ensure that ink viscosity stays in control throughout the printing process.

**TRADITIONAL VISCOSITY MEASUREMENT METHODS.** Traditional methods of measuring viscosity include Zahn cups, lab based viscometers and in-line mechanical instruments. A Zahn cup, as shown in Figure 1, is a simple viscosity measurement tool that consists of a container (of known volume) with a vent at the bottom. Measuring viscosity with a Zahn cup involves filling it with fluid and measuring the time it takes to completely drain from the cup. While simple and effective, Zahn cup readings are labor in-

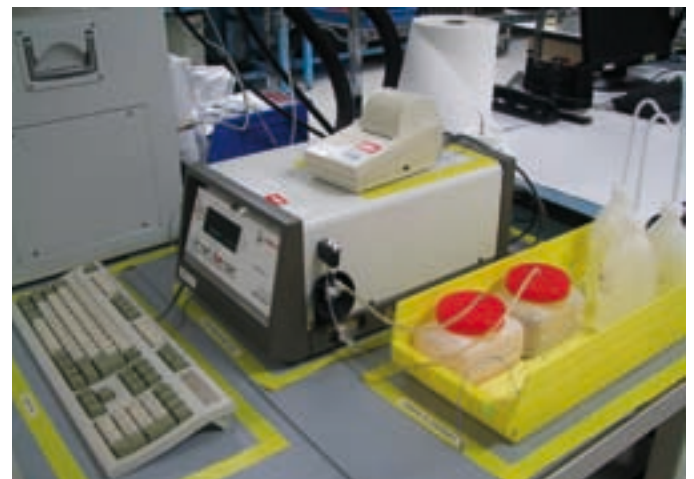


Bild 2: Viskositätsmessinstrument für den Laboreinsatz.  
Figure 2: Lab Based Viscosity Instrument.

Sehr präzise Viskositätswerte liefern dagegen Labor-Viskosimeter wie in Bild 2. Typische Laborinstrumente messen die Viskosität anhand des Widerstands, den die Flüssigkeit einer Bewegung entgegensetzt. Hierzu kann ein sich drehender Stab oder eine Fallkugel dienen. Werden sie mit einer sehr strikten Probenentnahme-Prozedur kombiniert, lassen sich mit diesen Instrumenten sehr leistungsfähige Qualitätskontroll-Lösungen realisieren. Allerdings haben diese Geräte zwei klare Nachteile:

- Die Viskositätsmessung erfolgt nicht direkt vor Ort. Die Viskosität ist aber eine Funktion der Materialeigenschaften und der Temperatur des Materials. Labor-Viskositätsmessungen werden jedoch in der Regel bei einer festgelegten Referenztemperatur vorgenommen. Von diesen Messwerten ausgehend, wird näherungsweise die tatsächliche Viskosität der Flüssigkeit bei der im Prozess herrschenden Temperatur hergeleitet. Druckfarben und Beschichtungen setzen dagegen eine exakte Viskositätsmessung bei der realen (und häufig wechselnden) Temperatur der Flüssigkeit voraus.
- Die laborbasierte Stichprobenentnahme ist nach wie vor arbeitsintensiv und auf periodische Wartungsintervalle angewiesen. Ebenso wie bei der Messung mit dem Auslaufbecher, kann das Entnehmen und Behandeln der Proben erheblichen Einfluss auf das Messergebnis haben. In unregelmäßigen Zeitabständen entnommene oder verunreinigte Proben können die Viskositätsmessung gravierend beeinflussen.

Mechanische, in situ angeordnete Viskositätsmessinstrumente vermeiden einige der Nachteile von Auslaufbechern und Laborinstrumenten. Bild 3 zeigt einen Viskositätssensor, bei dem ein vibrierender Stab in die zu messende Flüssigkeit eingetaucht wird. Die durch das Eintauchen verursachte Dämpfung der Vibration wird als Maß für die Viskosität herangezogen. Derartige Instrumente ermöglichen eine In-Line und In-Situ-Messung der Viskosität und kommen ohne umständliche Verfahren für das Entnehmen und Behandeln der Proben aus. Sie haben jedoch nur einen begrenzten Viskositätsmessbereich und sind nur eingeschränkt in der Lage, zwischen verschiedenen Fluiden hoher Viskosität zu unterscheiden. Außerdem kann diesem Instrument nur eine mäßige Zuverlässigkeit bescheinigt werden, da es sehr anfällig gegen mechanische Ausfälle ist.

**VISKOSITÄTSENSOREN AUF AKUSTIKWELLEN-BASIS.** Auf Akustikwellen basierende Sensoren nutzen den piezoelektrischen Effekt. Mit elektrischen Signalen werden Akustikwellen erzeugt, die sich an der Oberfläche und durch das Material hindurch fortpflanzen. Die elektrischen Eigenschaften dieser Wellen verändern sich, wenn die Sensorelemente mit Flüssigkeiten in Kontakt ge-



Bild 3: Die Funktion dieses Viskositätssensors beruht auf einem vibrierenden Stab.

Figure 3: Vibrating Rod Viscosity Sensor.

tensive and are heavily influenced by the person taking the reading. It is not uncommon to find two people measuring the same fluid obtaining different results. Variations in the timing measurement and variations in the care operators take to ensure that the cup is correctly filled influence the reading obtained.

Lab based viscometers, such as the one shown in Figure 2, provide very accurate measurements of viscosity. Typical lab based instruments make use of the resistance to motion to measure viscosity by making use of a rotating rod or a dropping sphere. When married to a strict sample collection regimen, these instruments can provide highly capable quality control capabilities. However, there are two distinct disadvantages associated with them:

- Viscosity measurements are not taken in-situ: the viscosity of a fluid is a function of its material properties as well as its temperature. Lab based viscosity measurements are typically taken at a fixed, known, reference temperature. These measurements are then used to approximate the actual viscosity of the fluid at its actual operating temperature. Inks and coatings applications require accurate viscosity measurement at the actual (often changing) temperature of the fluid.
- The lab based sampling is still labor intensive and is still reliant on periodic maintenance intervals. Like the Zahn cup method the sample collection and handling process can heavily influence measurements: samples taken at irregular intervals and contaminated samples can greatly affect viscosity measurements.

In-line, mechanical viscosity measurement instruments address some of the disadvantages associated with Zahn cups and lab-based instruments. Figure 3 shows a vibrating viscosity sensor, which includes a vibrating rod that is immersed in the fluid to be measured. The resulting dampening of vibrations when the rod immersed is used to obtain a viscosity measurement. These instruments provide in-line and in-situ measurements of viscosity and do away with a dependence on extensive sample collection and handling processes. However, they are characterized by a limited viscosity measurement range and a limited ability to differentiate between highly viscous fluids. Further, the instrument is characterized by poor reliability as it is highly vulnerable to mechanical failure.

**ACOUSTIC WAVE TECHNOLOGY BASED VISCOSITY SENSORS.**

Acoustic Wave based sensors make use of the piezo-electric effect wherein electrical signals are used to induce surface acoustic waves and bulk acoustic waves into piezo-electric sensing elements. The electrical characteristics of these waves are altered when these sensing elements are exposed to fluids. Fluids of different viscosities induce varying degrees of change in the wave characteristics, which are measured to provide accurate viscosity readings. Since viscosity is highly dependent on temperature the-



Bild 4: Viskositätssensor ohne bewegliche Teile.

Figure 4: Solid State Viscosity Sensor.

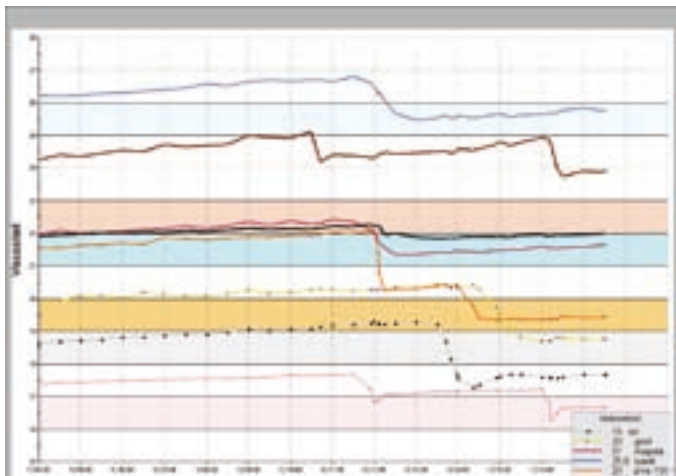


Bild 6: Die Messdaten wieder, die mit diesen Sensoren vor Ort eingeholt werden.

Figure 6: The real-time, in-situ viscosity measurements made by these sensors.

bracht werden. Je nach Viskosität der Flüssigkeit werden die Eigenschaften der Wellen unterschiedlich stark beeinflusst, sodass man hieraus präzise Rückschlüsse auf die Viskosität ziehen kann. Da die Viskosität überdies auch sehr stark von der Temperatur abhängt, sind diese Viskositätssensoren so konzipiert, dass sich unmittelbar an das Element zur Viskositätsfassung ein Temperatursensor anschließt, um aus den erfassten Daten einen temperaturkompensierten Viskositätswert zu errechnen.

Diese Sensoren wurden in der Druckfarben und Beschichtungsindustrie erfolgreich eingesetzt. Bild 5 zeigt die Installation dieser Sensoren in den Leitungen, mit denen Druckfarben aus Vorratstanks einer Druckpresse zugeführt werden.

Wie die Zeitachse dieser Kurven verdeutlicht, werden Viskositätsänderungen rasch registriert. Der Druckerei verschafft dies einen erheblichen Vorteil, da Qualitätsprobleme unmittelbar bei ihrem Auftreten aufgedeckt werden können. Mit traditionellen Methoden der Viskositätsmessung, bei denen nur in bestimmten Zeitabständen Proben gezogen werden, können sich Viskositätsschwankungen bereits auf die Produktionsqualität auswirken (und damit teure Nacharbeiten verursachen), bevor sie erkannt werden. Der Ersatz der manuellen Probenentnahme durch die Online-Überwachung per Sensor kann den Arbeitsablauf des Betreibers entscheidend verbessern und den Eigentümern zu einem maßgeblichen wirtschaftlichen und wettbewerblichen Vorteil verhelfen.

**KONTINUIERLICHE ÜBERWACHUNG LOHNT SICH.** Je mehr die Arbeitskosten für Betrieb und Wartung zunehmen, umso mehr rechnen sich die Mehraufwendungen für voll oder halbautomatische Systeme. Die kontinuierliche Überwachung macht Schluss mit der Unsicherheit der nur in bestimmten Intervallen stattfindenden Wartung und ermöglicht ein rasches Reagieren, wenn sich die Eigenschaften einer Druckfarbe oder einer Beschichtung gravierend verändern. Dies senkt nicht nur die Arbeitskosten, sondern kann auch die Kosten für Nacharbeiten reduzieren und potenziell sogar beträchtliche Kosten einsparen, die durch Schäden an der Anlage entstehen können. ✓

SenGenuity, USA-Hudson, New Hampshire 03051,  
www.sengenuity.com

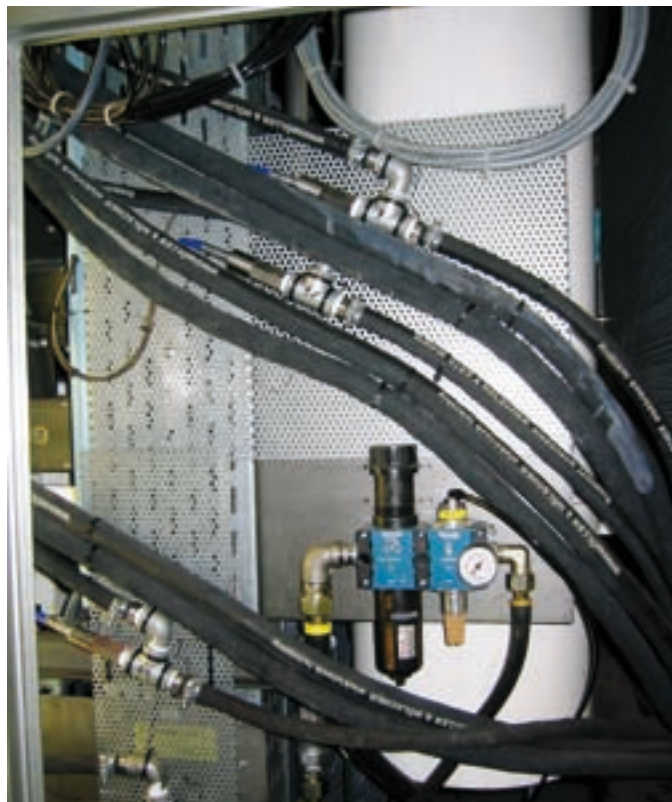


Bild 5: Viskositätssensoren ohne bewegliche Teile, montiert in den zur Druckpresse führenden Druckfarben-Leitungen.

Figure 5: Solid State Viscosity Sensors Mounted in Ink Delivery Lines.

se viscosity sensors are designed to include a temperature sensing mechanism just behind the viscosity sensing element. Data thus obtained are used to calculate temperature compensated viscosity measurements.

These sensors have been successfully deployed in the inks and coatings industry. Figure 5 shows sensors installed in the ink delivery lines that take ink from storage tanks to the printing press.

As can be seen from the timescale in the graph, changes in viscosity are rapidly detected. This provides printing press operators with a tremendous advantage to detect a quality problem immediately as it occurs. Using traditional viscosity measurement methods where samples are only taken intermittently, changes in viscosity may significantly affect production quality (and rework cost) before being discovered. Replacing manual sampling methods with online sensor monitoring can provide system operators with improved workflow results and owners with a significant economic and competitive advantage.

**THE CASE FOR CONTINUOUS MONITORING.** As labor costs rise for both operation and maintenance, the relative cost of automated and semi-automated systems become ever more attractive. Continuous monitoring removes the uncertainty of interval based periodic maintenance and enables rapid response to a seriously compromised ink or coating flow. Not only does this save labor costs but it can also save rework costs and potentially large costs if the equipment itself is damaged. ✓

SenGenuity, USA-Hudson, New Hampshire 03051,  
www.sengenuity.com