

Kosteneinsparung durch Online- Viskositätsmessung von Lacken

Wasserbasislacke werden für Lackierereien gebrauchsfertig angeliefert. Es stellt sich jedoch immer wieder heraus, dass die Viskosität in einem so großen Bereich schwankt, dass eine Wareneingangskontrolle und ein Einstellen des Lacks auf eine bestimmte Sollviskosität unerlässlich ist. Auch die weitere Kontrolle des Lacks während des Verbrauchs muss regelmäßig erfolgen, wenn automatisch lackiert wird. Damit stellt sich die Frage: Wie kann der notwendige Messaufwand möglichst kostengünstig realisiert werden?

Online- Viskosimeter haben bewiesen, dass sie wartungsfreundlich, präzise und störunanfällig arbeiten. Hierdurch können Personalkosten in der Größenordnung von 10 % bis 12 % eingespart sowie der Ausschuss minimiert werden. Allein durch die Kostenreduktion amortisiert sich die Investition innerhalb von 6 Monaten.



Abb 1: Inlineviskosimeter Covimat 105

Rheologie der Wasserbasislacke

Wasserbasislacke sind rheologisch betrachtet keine reinen Flüssigkeiten, sie zeigen Strukturviskosität und Thixotropie. Wasserbasislacke sind vergleichbar mit Stoffen, die durch energetische Wechselwirkungen Strukturen aufbauen. Ein solches rheologisches Verhalten von Stoffen ist von Tensiden und Mizellen bekannt, kommt aber auch bei Wasserbasislacken vor. Als Ursache für das thixotrope und strukturviskose Verhalten kann z. B. angenommen werden: Ausrichtungen, Streckung, Knäuelbildung und alle Arten der Veränderung des molekularen Aufbaus der Molekülketten und der Änderung ihrer makroskopischen Eigenschaften bei Veränderung der Scherbelastung.

Grundsätzlich kann man für Wasserbasislacke festhalten, dass diese sich bei niedriger Scherbelastung eher wie ein ideal-viskoser Stoff verhalten. Bei einer höheren Scherbelastung nimmt die Viskosität scheinbar ab. Dies bedeutet, dass bei der Aufnahme einer Fließkurve die bei steigender Scherbelastung aufgenommenen Messpunkte (Aufwärtskurve) nicht mit den bei nachlassender Scherbelastung gemessenen Werten (Abwärtskurve) identisch sind, vgl. Abb. 2. Diese Hysterese - Fläche bezeichnet man rheologisch als thixotrope Fläche der Substanz. Da diese Fläche jedoch nicht nur vom vermessenen Stoff sondern auch von der verwendeten Messtechnik abhängig ist, kann sie direkt nur bedingt zur Charakterisierung der Stoffeigenschaften herangezogen werden. Eine Interpretation der thixotropen Fläche ist nur mit großer Sorgfalt möglich.

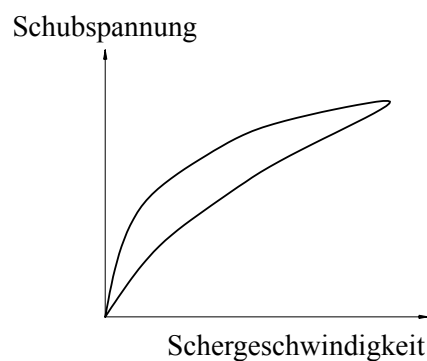
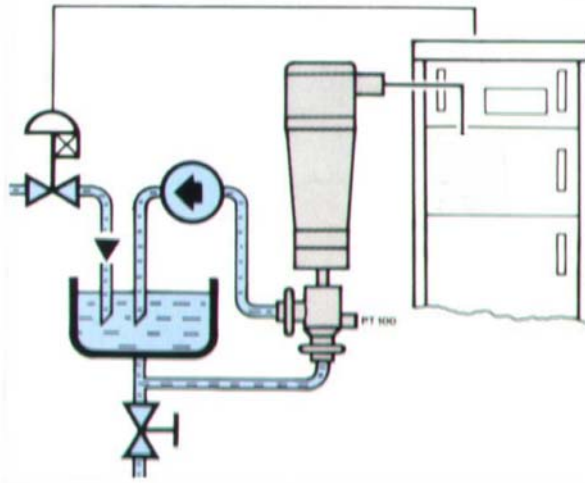


Abb. 2

Es erfordert somit hoch qualifiziertes Personal und Fachkenntnisse um die Fließeigenschaften von Wasserbasislack zu bestimmen und auszuwerten. Weiterhin ist eine Interpretation von Laborergebnissen im Hinblick auf die Verarbeitbarkeit des Lackes in der Produktionsanlage nur bedingt möglich. Labormessungen erfolgen immer unter definierten Randbedingungen: Temperatur, Scherbelastung, usw. Leider handelt es sich im Betrieb aber um variable Randbedingungen. Somit werden teilweise „Apfel mit Birnen verglichen“. Zwar ist beides „Obst“, aber eben doch nicht das gleiche. Ändern sich die Randbedingungen im Betrieb, andere Temperatur, anderer Durchsatz, Druckschwankungen, bei gleicher Farbe anderer Lieferant usw., so müssten für alle diese Randbedingungen jeweils in ihrer momentanen Zusammensetzung einzeln alle Kennwerte bestimmt werden. Dies ist mit vertretbarem Aufwand nicht möglich.

Online- Viskositätsmessung

Die rheologischen Eigenschaften müssen somit direkt bei der Applikation, d.h. in der Ringleitung oder im Behälter bestimmt werden. In Abb. 3 ist schematisch die Einbaumöglichkeit eines Online- Viskosimeters mit einer Durchflussmesszelle dargestellt. Besonders interessant bei diesem Gerätetyp ist, dass der Antrieb des Rotationsrheometers (vgl. Abb. 1) vollständig von der Messzelle (vgl. Abb. 4) getrennt ist. Die Kraftübertragung erfolgt über eine Magnetkupplung, d.h. es existiert keine Stoffbuchse.



Interessant dabei ist, dass das reine Online- Signal nur bedingt mit den Laborergebnissen direkt vergleichbar scheint. Dies ist richtig, da das Produkt Lack in der Ringleitung allen Randbedingungen unterworfen ist. Doch was ist das Ziel einer kontinuierlichen Viskositätsmessung? Sollen Laborergebnisse nachgebildet werden oder soll die Frage beantwortet werden, ob der Lack unter den momentanen Randbedingungen des Prozesses später die geforderten Eigenschaften besitzt?

Mit den Online- Rotationsrheometern der Typenreihe Covimat 105 konnten sämtliche Beeinflussungen, denen ein Lack im Prozess ausgesetzt ist, kontinuierlich deutlich gemacht werden.

Beispiel Ringleitung: Änderung der Durchflussgeschwindigkeit (teilweiser Pumpenausfall), Scherung durch Bauelemente (Drosselventil verstellt), „Stress“ (Umpumpen ohne Abnahme), scheinbare Verdünnung (Temperaturreglerausfall und dadurch ein Ansteigen der Produkt-Temperatur).

Alle diese Einflüsse zeigten sich in einer Änderung des online erfassten Viskositätssignals. Dieses bedeutet, dass in dem Zusammenwirken mehrerer Sensoren das Viskositätssignal als eine Führungsgröße benutzt werden kann. Eine Veränderung im Prozess führt sofort zur Änderung des Viskositätssignals. Hierdurch kann heutzutage vorhandene, geeignete Software sofort Gegenmaßnahmen einleiten.

Vergleich Prozessviskosimer / Labormessung

Bei einer vergleichbaren Kontrolle ausschließlich durch Labormessungen, wäre eine stündliche Messung aller Parameter notwendig, um einen Störfall zu vermeiden. Das eingesetzte Online- Rotationsrheometer machte die Veränderung jedoch deutlich sichtbar und brachte sofort eine Alarmmeldung, so dass keine schlecht lackierten Teile entstanden. In weiteren Versuchen konnten geeignete Maßnahmen ermittelt werden, um die Möglichkeit eines solchen Störfalls in Zukunft zu vermeiden.

Ein weiteres Beispiel zeigte, dass zwei anscheinend gleiche Lacke (die Laborwerte stimmten überein) während der Verarbeitung zu einem Schadensfall führten.

Die Lacke unterschieden sich dergestalt, dass bei einer kurzen hohen Beanspruchung der eine Lack seine Struktureigenschaften verlor und rheologisch zusammenbrach, der zweite Lack auf diese kurzzeitige Scherbelastung jedoch stabil reagierte.

Diese kurzzeitige hohe Scherbelastung wurde hervorgerufen durch einen zu engen Spalt an einem Filter im Eingangsstutzen. Nach Austauschen (Reinigung) dieses Stutzens konnten beide Lacke über die ganze Zeit verarbeitet werden.

Mit einem Online- Viskosimeter kann indirekt die Veränderung, d. h. Zusetzen des Filtereinganges messtechnisch erfasst werden. Somit wurde nach Einbau eines Online- Viskosimeters die Wiederholung eines solchen Störfalls verhindert.

So konnte bei unterschiedlichsten Untersuchungen gezeigt werden, dass ein direkter Zusammenhang zwischen dem Online- Viskositätssignal und der Verarbeitbarkeit des Lackes besteht.

Die Beurteilung der Wirkung von rheologischen Additiven durch die Bestimmung der Änderung der Viskosität ist eine weitere Einsatzmöglichkeit von Online- Viskosimetern. Wie bekannt, erfolgt die quantitative Beurteilung der Wirkweise verschiedener Rheologieadditive durch Auswertung solcher Viskositätsdaten. Rheologische Prüfmethoden führen zu reproduzierbaren, zuverlässigen Vorhersagen über die Verarbeitbarkeit von Beschichtungssystemen. Eine differenzierte Beurteilung der rheologischen Eigenschaften ermöglichen die gezielte Entwicklung neuer Produkte.

Die Zugabeart und -menge, Wirkung und Beeinflussung von Lacksystemen lässt sich bei niedriger Scherbelastung (10 s^{-1}) mit Onlinerheometern direkt verfolgen.

Alle diese Beispiele zeigen, dass kontinuierliche Überprüfung zur Vermeidung von „Ausschuss oder Falschteilen“ unbedingt notwendig ist. Es ist in der normalen täglichen Praxis kaum möglich, ständig Proben zu ziehen, um Messwerte zu erfassen. Es fehlt meist an Personal und Zeit. Daher ist es umso notwendiger, alle technisch möglichen Online-Signale zu erfassen und in einer geeigneten Auswertung zu interpretieren.

In der Praxis zeigt sich darüber hinaus, dass durch die Auswertung der erfolgten Störfälle bei zeitgleicher Erfassung aller Parameter dazu führt, dass nach einer gewissen Zeit eine Optimierung der Prozesssteuerung erfolgen kann.

Es ist leider schwer möglich diese Optimierung zahlenmäßig zu erfassen. Treten keine Störungen auf, so kann nichts weiter optimiert werden. Treten mehrere Störungen gleichzeitig auf, so müssen erst die Zusammenhänge geklärt werden. Dies kann unterschiedlich lange dauern. Eine Zusammenarbeit mit entsprechenden Experten für Meß- und Regelungstechnik ist hier immer von Vorteil.

Die Online-Viskositätssignale eines Covimat 105 sind eindeutig interpretierbar und geeignet zur Qualitätsüberwachung. Der Covimat 105 ist zugelassen für den Betrieb in explosionsgefährdeten Räumen und erfüllt die ISO 9000 ff. Entsprechend der vielfältigen Einsatzmöglichkeiten ist die Variation der verschiedenen Messmöglichkeiten (vgl. Abb. 5) gegeben.



Kostenvergleich

Den meisten Anwendern ist der oben dargestellte Zusammenhang seit langen bekannt und wird in der Praxis mit dem Argument zur Seite geschoben: Online-Messungen sind zu teuer.

Hierzu eine kurze Überlegung:

Vorausgesetzt wird ein Einschichtbetrieb mit einem Mitarbeiter der 7,5 Std. pro Tag und 21 Arbeitstagen pro Monat. Er soll ein Monats-Gehalt von 2.500,- € d.h. ein Jahreseinkommen von 30.000,- € erhalten. Dieser Wert ist sicher als zu niedrig angenommen, kann aber gerne vom Leser auf einen aktuellen Wert erhöht werden. Der Wert wird bei allen weiteren Betrachtungen gleich gehalten.

Aus Firmensicht sind zusätzlich zum Gehalt noch die Lohnnebenkosten wie die spezifischen Arbeitsplatzkosten des Mitarbeiters zu berücksichtigen. Dieser Einfluss wird vom DIHT jährlich neu ermittelt und liegt in einem Bereich zwischen 2,1 und 3,2. Auch hierbei soll nur ein Faktor von 2,3 angesetzt werden, so erhält man 5.750,- € Mitarbeiterkosten pro Monat oder 69.000,- € pro Jahr.

Errechnet man unter diesen Voraussetzungen die Mitarbeiterkosten pro Minute Arbeitszeit, so erhält man einen Wert von 0,61 € pro Minute.

Setzt man als Anschaffungs-Kosten für ein Labor-Rheometer nur 9.000,- € an (die Preise liegen meist zwischen 8.000,- und 50.000,- €) und setzt eine Abschreibung auf 10 Jahre an, so fallen 75,- € Geräte-Kosten pro Monat an ohne Kosten für Reparatur, Wartung und Verbrauchsmaterial.

Nimmt man als Anschaffungspreis eines online Rheometers ebenfalls ca. 9.000,- € an (die Preise liegen hier meist zwischen 8.000,- und 20.000,- €), so entstehen gleiche Gerätekosten pro Monat.



Der Mitarbeiter soll schnell und präzise im Labor arbeiten. Bei reiner Laborkontrolle entstehen somit Kosten von 458,33 € pro Monat im Gegensatz zu 126,11 € bei der Onlinemessung. Siehe auch Tab. 1.

	7,5	Arbeits-Std. pro Tag		
	21	Arbeits-Tage pro Monat		
	0,61	Mitarbeiter-Kosten pro min		
	75,00	Geräte-Kosten pro Monat		75,00
		Einarbeitungszeit in die Meßtech- nik	0	
	0,00			
0,5	0,30	Probenvorbereitung (min)	0,5	0,30
1,0	0,61	Durchführung der Messung (min)	1,0	0,61
		Interpretation der Messergebnisse (min)		
0,5	0,30		0,5	0,30
		Datenerfassung nach ISO 9000 ff (min)		
0,5	0,30		0,5	0,30
		Vorbereitung für die nächste Mes- sung (min)		
1,5	0,91		1,5	0,91
4		Mitarbeiter-Zeit pro Messung	4	
	2,43	Mitarbeiter-Kosten pro Messung		2,43
1		Anz. Messungen pro Stunde		
8		Messungen pro Tag	1	
	18,25	Mitarbeiter-Kosten pro Tag		2,43
	383,33	Mitarbeiter-Kosten pro Monat		51,11
LABORGERÄT	458,33	Rheologie-Kosten pro Monat	INDUSTRIEGERÄT	126,11
		ohne die Kosten der ISO 9000 Zertifizierung des Gerätes		
		Einsparung mindestens 332,22 € / Monat		

Durch die Onlinemessung werden also monatlich mindestens 332,22 € eingespart.

Das genaue Einsparpotential muss für jeden Betrieb separat bestimmt werden. So konnte z.B. in einer Firma mit einem Zweischichtbetrieb und einer Kontrollmessung je Farbe, Ansatz und zusätzlich zu jedem Farbwechsel ein Wert von 1.460,- € pro Monat durch die Inbetriebnahme eines Onlinerheometers eingespart werden.

Alle Ergebnisse bestätigten, dass es für die lackverarbeitende Industrie nicht sinnvoll ist, in hochtechnisierte rheologische Geräte zu investieren. Effektiver und kostengünstiger ist der Einsatz unkomplizierter Messtechnik, die jedoch kontinuierlich und automatisch funktioniert.

Lothar Gehm

proRheo GmbH
 Bahnhofstr. 38
 D-75382 Althengstett
 +49-7051-92489-0
 office@proRheo.de