

Application Report

Schäumbarkeit und Schaumstabilität

Application report: AR269d
Industry section: Printing lacquers
Author: FT, TJS
Date: 2011 / 12



Dynamic Foam Analyzer – DFA100

Method:



Keywords: foamability, foam stability, printing lacquers, surfactants, anti-foamer

Untersuchung der schäumungshemmenden Wirkung von Antischäumern in Drucklacken

Abstract

Zur Rezeptur wässriger Druckfarben und Drucklacke gehören in der Regel Tenside als Netz- und Dispergiermittel. Ein unerwünschter Nebeneffekt der Tensidzugabe ist die Neigung zur Schaumbildung. Schäumende Farben und Lacke bringen vielfältige Qualitätsprobleme mit sich: Sie erschweren die Verarbeitung und die Qualitätskontrolle, und sie führen zu Fehlern im Druckbild und verringern die Haftung auf dem Medium. Daher werden wässrige Farben und Lacke mit Antischäumern versetzt, welche die Schaumbildung minimieren sollen.

Bei der Schaumanalyse von Druckfarben und -lacken richtet sich das Augenmerk sowohl auf die entstehende Schaummenge als auch auf die Stabilität. Mit dem Dynamic Foam Analyzer – DFA100 von KRÜSS können Schäumbarkeit und Schaumstabilität im Zuge einer einzigen Messung bestimmt werden. Im Rahmen dieses Applikationsberichts wurde die Wirkung zweier silikonbasierter Antischäumer in Drucklacken bei gleicher Wirkstoffkonzentration verglichen. Bei einem dieser Antischäumer wurden außerdem die Auswirkungen einer Konzentrationsverringering um 25% untersucht.

Experimenteller Teil

Untersuchte Proben

Ein Farbenhersteller wollte mit Hilfe des DFA100 eine neue Antischäumer-Rezeptur als Komponente eines Drucklacks testen und mit der bis dahin verwendeten vergleichen. Untersucht wurde der immer gleiche Drucklack, dem Antischäumer mit der zuvor verwendeten Rezeptur (Probe A) und einer neuen Rezeptur B zudosiert wurde. Bei Probe B1 wurde eine mit Probe A vergleichbare Wirkstoffkonzentration eingesetzt. Probe B2 enthielt den Antischäumer in einer um 25% reduzierten Konzentration, um den kostenintensiven Stoffeintrag verringern zu können. Für alle Proben wurde jeweils eine Wiederholungsmessung mit einer neuen Charge durchgeführt.

Probe	Antischäumer
A	alte Rezeptur
B1	neue Rezeptur
B2	neue Rezeptur, Konzentration um 25% reduziert

Tabelle 1: Untersuchte Proben

Aufbau und Messablauf

50 ml der jeweiligen Probe wurden im Probengefäß des DFA100 vorgelegt (Abb.1a).

Über den porösen Boden (G2; Porengröße 40 - 100 μm) des Probengefäßes wurde die Probe bei einem konstanten Volumenstrom ($Q = 0,7 \text{ L/min}$) für 12 s mit Luft durchströmt (Abb. 1b). Die Messungen wurden unter diesen Aufschäumbedingungen verglichen.

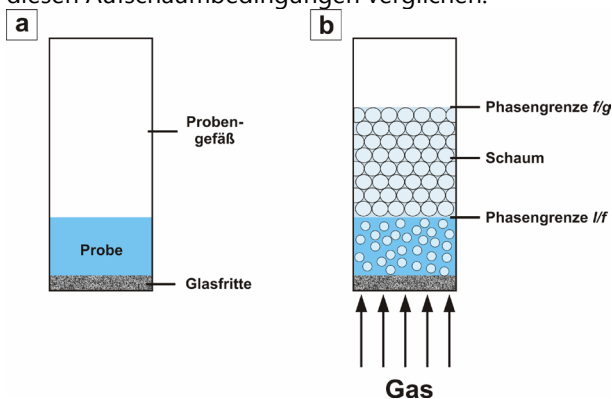


Abb. 1: Aufschäumen durch Luftstrom mit dem DFA100

Alternativ kann beim DFA100 mit Hilfe eines Rührers aufgeschäumt werden. Diese Methode ist nicht verwendet worden, weil Unterschiede in den Zerfalleigenschaften durch die Luftstrom-Methode in der Regel deutlicher sichtbar werden.

Während des Aufschäumens und des anschließenden Schaumzerfalls wurde die Gesamthöhe h (bestehend aus Schaum- und Flüssigkeitssäule) *in situ* durch Messung der Lichttransmission zeitabhängig verfolgt (Abb. 2).

Die Höhenmessung erfolgt beim DFA100 mit Hilfe einer Leuchtdiodenreihe und eines Zeilensensors, zwischen denen sich die Messsäule befindet. Die Phasengrenzen Schaum / Gas und (bei transparenten Flüssigkeiten) Schaum / Flüssigkeit werden anhand der Intensitätsänderung detektiert (Abb. 2).

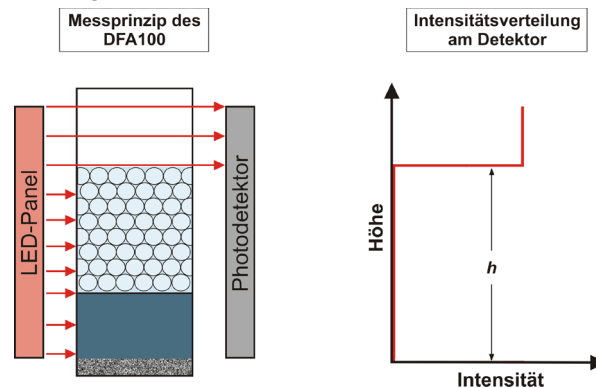


Abb. 2: Höhendetektion beim DFA100 bei intransparenter Flüssigkeit

Während des Aufschäumens steigt die Gesamthöhe h kontinuierlich an. Am Ende der Aufschäumzeit ($t = t_{\text{End}}$) weist h einen Maximalwert h_{max} auf. Im weiteren Zeitverlauf ($t > t_{\text{End}}$) findet dann ein Abbau der Schaumsäule statt.

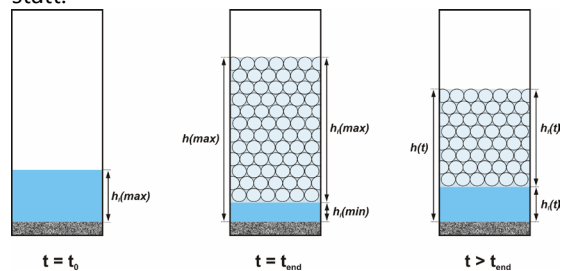


Abb. 3: Ablauf einer Messung

Da die Proben lichtundurchlässig waren und der Übergang zwischen flüssiger Phase und Schaum nicht detektiert werden konnte, wurde das Schäumverhalten anhand der Gesamthöhe h untersucht (Abb. 2).

Ergebnisse

Die folgende Abbildung (Abb. 4) zeigt die Kurven der Gesamthöhe als Funktion der Zeit für die sechs Aufschäumversuche (Probe A, B1 und B2 mit jeweils einer Wiederholungsmessung). Aufgrund der hohen Reproduzierbarkeit ($\Delta_{\text{max}} = 1,2 \text{ mm}$; Tab. 2 und Abb. 4) wurde auf weitere Messungen verzichtet.

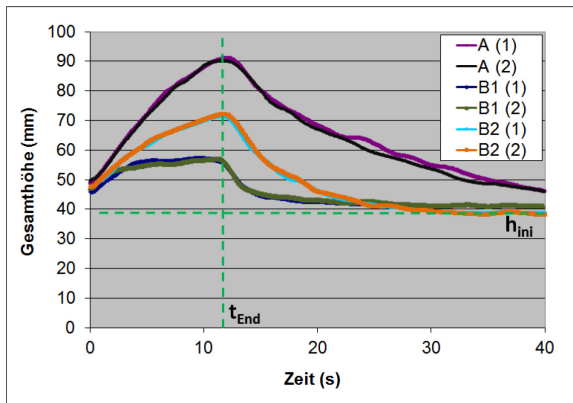


Abb. 4: Aufschäum- und Zerfallskurven

Die Kurven steigen bis zum Abschalten des Luftstroms an. Der Zeitpunkt des Abschaltens t_{End} ist mit einer senkrechten Linie eingezeichnet. Hinter dieser Linie beginnt der Schaumzerfall.

Die waagerechte Linie beschreibt die initiale Höhe h_{ini} , also die Höhe des Flüssigkeitsspiegels vor dem Aufschäumen.

Zwischen den Proben A und B ist bei vergleichbarer Antischäumer-Konzentration (Probe B1) ein deutlicher Unterschied im Aufschäumverhalten zu erkennen (Tab. 2). Ausgehend von einer initialen Höhe h_{ini} von 40 mm stieg die Gesamthöhe bei Probe B1 auf 57 mm an, bei Probe A sind es 90 mm, was der dreifachen Menge an produziertem Schaum entspricht. Selbst bei einer um 25% geringeren Konzentration zeigt Antischäumer B (Probe B2) einen Anstieg der Gesamthöhe auf nur etwa 72 mm.

Diskussion

Die Rezeptur B ist sowohl effektiver hinsichtlich der Schaumbildung als auch effizienter hinsichtlich des Zerfalls des gebildeten Schaums. Sogar die um 25% geringere Wirkstoffkonzentration B2 erscheint deutlich vorteilhafter als A, aber wie erwartet schlechter als die höhere Ausgangskonzentration des Wirkstoffs B1.

Antischäumer wirken in der Regel nicht nur schäumungshemmend; sie destabilisieren auch den einmal gebildeten Schaum. Diese Wirkung kann anhand der Zerfallskurve und berechneter Parameter wie zum Beispiel der Zerfallshalbwertszeit beurteilt werden. Letztere beschreibt die Zeit, in der die Schaumhöhe (bezogen auf die initiale Höhe h_{ini}) auf die Hälfte des Maximalwertes zurückgegangen ist.

Probe (Messung)	maximale Gesamthöhe h_{max}	Zerfallshalbwertszeit
A (1)	91,2 mm	9,6 s
A (2)	90,0 mm	9,4 s
B1 (1)	57,2 mm	1,2 s
B1 (2)	57,0 mm	1,2 s
B2 (1)	71,4 mm	3,8 s
B2 (2)	72,3 mm	3,4 s

Tab. 2: Ergebnisse für die Schäumbarkeit und die Schaumstabilität bei den untersuchten Proben

Auch dabei zeigen sich die Vorteile der neuen Rezeptur B: Während die Schaumhöhe (gemessen von der initialen Höhe vor dem Aufschäumen) bei Probe A nach durchschnittlich 9,5 s auf die Hälfte zurückgeht (Halbwertszeit), werden dafür bei Probe B1 bei vergleichbarer Konzentration nur 1,2 s benötigt (Tab. 2).

Die Änderung der Konzentration bei Rezeptur B (Probe B2) hat ebenfalls Einfluss auf die Schaumstabilität: Durch die Mengenreduktion um 25% verdreifacht sich die Halbwertszeit (Tab. 2). Ob der Einsatz der Rezeptur B bei verringerter Konzentration vorteilhaft ist, hängt davon ab, ob die maximale Höhe oder die nach einer gewissen Zeit verbleibende Schaummenge maßgeblich ist. Bei den Proben B1 und B2 ist die verbleibende Schaummenge nach etwa 22 s auf den gleichen Wert nahe der initialen Höhe zurückgegangen (Abb.4). Ist diese Abbaugeschwindigkeit für die Anwendung schnell genug, könnte eine Reduktion der Konzentration aus Kostengründen vorteilhaft sein.

Zusammenfassung

An Proben eines Drucklacks, dem zwei verschiedene Antischäumer A und B beigemischt waren, wurden mit Hilfe des Messgerätes DFA100 Schäumungs- und Schaumzerfallsexperimente in einem Messablauf durchgeführt. Anhand der Gesamthöhe am Ende des Aufschäumvorgangs konnten deutliche Unterschiede in der Wirksamkeit der beiden Rezepturen aufgezeigt werden. Der Einsatz der überlegenen Rezeptur B führte auch bei einer um 25% reduzierten Konzentration gegenüber A zu einer deutlich geringeren Schaumbildung der Probe.

Bei den untersuchten Proben ging die Reduktion der Schaumbildung mit einem schnelleren Zerfall des Schaums und somit einer geringeren Schaumstabilität einher. Dies konnte anhand der Zerfallshalbwertszeit dargestellt werden.

Die zu empfehlende Konzentration für Rezeptur B hängt davon ab, ob die maximale Schaumhöhe oder die Höhe nach einer gewissen Zerfallszeit für den jeweiligen Einsatzzweck des Antischäumers maßgeblich ist.

Wiederholungsmessungen für jede Probe zeigten eine sehr gute Reproduzierbarkeit der Aufschäum- und Zerfallskurven, so dass die Unterschiede zwischen den Proben eindeutig auf die verschiedenen Entschäumerrezepturen und -konzentrationen zurückgeführt werden können.

Auf unserer Webseite finden Sie viele weitere interessante Applikationsberichte und Technical Notes unter

<https://www.kruss.de/de/service/schulung-theorie/literatur/applikationsberichte/>