

Optimierung des Abfüllvorgangs von Shampoos mit dem HAAKE CaBER 1

Kevin Barber Thermo Fisher Scientific, Stone, UK

Dr. Alexandra Ewers; Jint Nijman Thermo Fisher Scientific, Process Instruments, Karlsruhe, Germany

Kurzfassung

Einige Shampoos neigen zur Fadenbildung. Wenn diese während der Produktion abgefüllt werden, ziehen sich „Fäden“ über den Randbereich der Verpackung hinaus und eine Versiegelung ist an dieser Stelle nicht mehr möglich. Mit dem Dehnrheometer HAAKE CaBER 1 können Shampoo-Formulierungen hinsichtlich ihrer Tendenz zur Fadenbildung schnell und unkompliziert charakterisiert werden. Aus der Dehnrheologie ergeben sich damit Informationen, die mittels Rotationsmessungen nicht zugänglich sind.

Einführung

Während die meisten kommerziell erhältlichen Rheometer nur Scherströmungen erzeugen können, treten bei vielen industriellen Produktions- und Verarbeitungsprozessen überwiegend Dehnströmungen auf. Typische Beispiele dieser Dehnströmung sind das Faserspinnen, Papierbeschichtung, Extrusion sowie das Abfüllen von Lebensmitteln und kosmetischen Produkten. In diesem Bericht wird die Optimierung des Abfüllens von Shampoo an fünf Proben untersucht. Bei bestimmten Shampoo-Formulierungen bilden sich „Fäden“ beim Abfüllen, was dazu führt, dass das Produkt über den Randbereich der Verpackung (Mustertütchen, sog. Sachets) läuft und diese nicht richtig versiegelt werden kann. Dieses Problem ist sehr kostenintensiv, da diese Verpackungen entsorgt werden müssen und sich zudem ein hoher Reinigungsaufwand ergibt.

Bei der Durchführung von klassischen Rotations- und Oszillationsmessungen konnten keine wesentlichen Unterschiede zwischen den fünf untersuchten Shampoo-Formulierungen festgestellt werden. Mit Hilfe des HAAKE CaBER 1 (Capillary Breakup Extensional Rheometer), welches von der Thermo Fisher Scientific hergestellt wird, gelang



jedoch die Charakterisierung der Dehneigenschaften in einem schnellen und unkomplizierten Experiment und damit die Lösung des Abfüllproblems.

Shampoos bestehen aus 80 - 90 % Wasser mit mehr als 2 % Reinigungsmittel, Schaumbildner und etwa 1 % Duft- und Konservierungsstoffe [1]. Darüber hinaus enthalten Shampoos häufig antistatische Reinigungsmittel, Verdicker und Konditionierer [2]. Trend in der Kosmetik sind Partikel für Spezialeffekte in Gels, Duschlotionen und Shampoos, deren Sedimentation durch die Zugabe von Verdickern entgegengewirkt wird [3]. Ein Problem bei den Verdickern ist jedoch, dass sie unerwünschte Dehneigenschaften hervorrufen können, wie z.B. Fadenbildung.

Diese unerwünschten rheologischen Eigenschaften machen sich zum einen bei der Verwendung des Produktes bemerkbar als unangenehmes, „schleimiges“ Gefühl bei der Benutzung, und zum anderen während des Produktionsvorganges, wenn das Shampoo in Höchstgeschwindigkeit abgefüllt wird und unerwünschte Fadenbildung auftritt, wodurch Tuben nicht richtig verschlossen oder Flaschen beschmutzt werden. Die Verlangsamung des Füllvorgangs würde das Problem beheben, was sich jedoch nachteilig auf die Durchlaufzeiten in

der Fertigung auswirkt. Die bessere Lösung wäre es, die Formulierung des Shampoos so zu verändern, dass die höchste Füllgeschwindigkeit erreicht werden kann.

Es wurden fünf Shampoos mit verschiedenen Formulierungen untersucht. Es galt herauszufinden, welche Formulierung sich bei einer hohen Füllgeschwindigkeit erfolgreich abfüllen lässt. Die fünf Formulierungen wurden im Vorfeld mit hoher Geschwindigkeit in einer Abfüllanlage praktisch getestet mit unterschiedlichem Erfolg.

Material und Methoden

Die Messungen wurden mit dem Dehnrheometer HAAKE CaBER 1 durchgeführt. Das CaBER-Experiment bietet einen schnellen Einblick in die Materialeigenschaften unter Dehndeformation, die während des Füllvorganges auftreten. Es ist unmöglich, die Dehneigenschaften einer Flüssigkeit mit einem traditionellen Rotationsrheometer festzustellen.

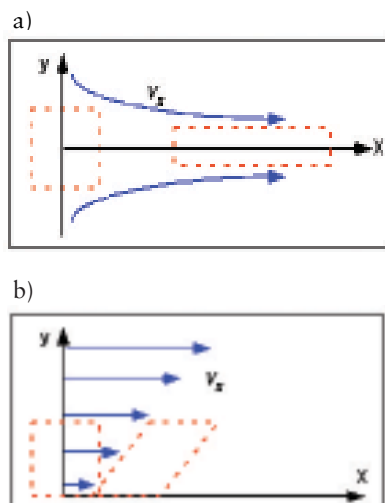


Abb. 1: Vergleich zwischen Dehnströmung (a) und Scherströmung (b)

Schlüsselwörter:

- Shampoo
- Abfüllen
- Dehnaviskosität
- Klebrigkeit
- HAAKE CaBER 1

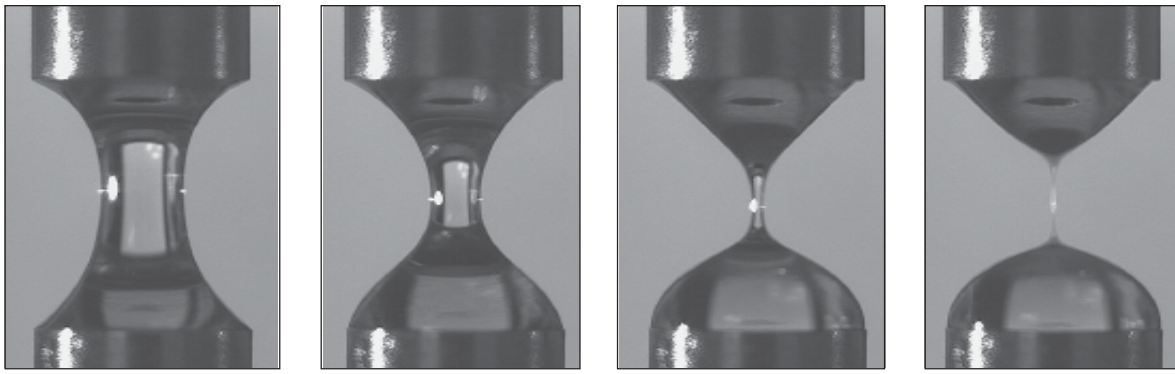


Abbildung 2: Abfolge einer CaBER Messung

Bei einer Dehnströmung konvergieren die Stromlinien und die Geschwindigkeitszunahme (z.B. Beschleunigung) verläuft in Richtung der Strömung (Abbildung 1a). Bei der Scherströmung verlaufen die Stromlinien parallel und die Geschwindigkeitszunahme verläuft senkrecht zur Richtung der Strömung (Abbildung 1b).

Das Prinzip der CaBER-Messung ist einfach. Eine geringe Menge der Probe (weniger als 0,2 ml) wird zwischen zwei parallele Platten eingefüllt (Durchmesser 6 mm). Das Fluid wird dann einer schnellen Dehndeformation ausgesetzt, indem die obere Platte aufwärts bewegt wird. Dabei wird der Flüssigkeitsfaden erzeugt (Abbildung 2).

Die Fadenbildung wird als Funktion der Zeit durch das Gleichgewicht zwischen Oberflächenspannung und Viskositäts- und Elastizitätskräften kontrolliert. Die Oberflächenspannung bewirkt, dass der Faden abreißt, während die rheologischen Dehneigenschaften der Flüssigkeit versuchen,

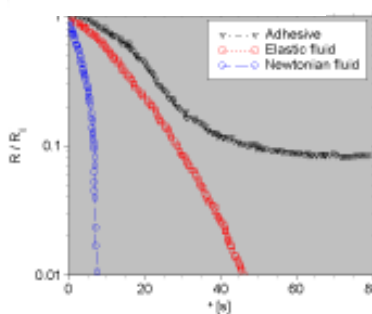
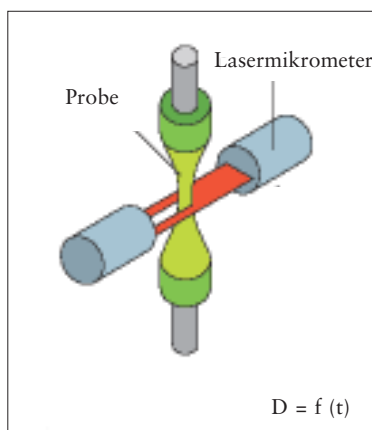


Abb. 3: Prinzip des CaBER-Experiments

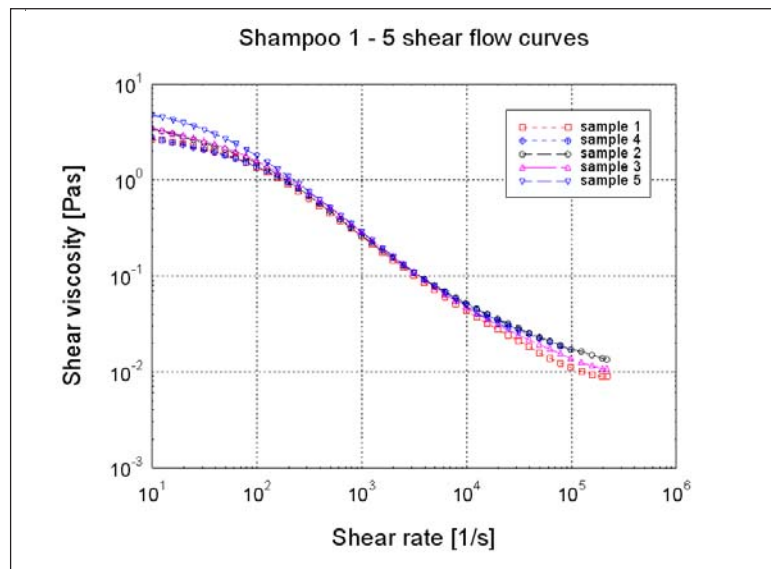


Abbildung 4: Scherviskositätskurven der Shampoos 1-5

diesen Prozess aufzuhalten. Ein Laser-Mikrometer misst den Durchmesser des Mittelpunkts des allmählich dünner werdenden Flüssigkeitsfadens, nachdem die obere Platte ihre Endposition erreicht hat. Von den gemessenen Daten, welche die Entwicklung des Fadendurchmessers als Funktion der Zeit zeigen, können die Fadenabrisszeit, die Dehndeformation, die Deformationsrate und die Dehnviskosität berechnet werden (3).

Ergebnisse und Diskussionen

Es wurden fünf verschiedene Shampoo-Proben vermessen. Im Praxistest hat sich gezeigt, dass die zwei Proben (Probe 1 und 2) problemlos abgefüllt werden können, die anderen drei Proben (Proben 3, 4 und 5) jedoch Fadenbildung aufweisen.

Bei Messung mit einem Rotationsrheometer ließen sich bei den fünf Proben keine Unterschiede in den Viskositätskurven feststellen, mit denen das unterschiedliche Abfüllverhalten erklärt werden kann (Abbildung 4).

Unter Verwendung des Dehnrheometers HAAKE CaBER 1 wurde die Abnahme des Fadendurchmessers als Funktion der Zeit für die fünf Proben

vermessen (siehe Abbildung 5) mit dem Resultat, je kürzer die Fadenabriszeit im CaBER-Experiment ist, desto besser sind die Abfülleigenschaften, die durch die praktischen Erfahrungen bestätigt wurden.

Im Dehnexperiment weisen die fünf Shampoo-Formulierungen signifikante Unterschiede auf. Die Fadenlebensdauer von Shampoo 1 und 2 ist relativ kurz. Diese Shampoos können ohne Schwierigkeiten abgefüllt werden. Bei den Shampoos 3, 4 und 5 ist die Fadenlebensdauer deutlich länger, was zu den genannten Schwierigkeiten beim Abfüllen führt und nur durch eine Verlangsamung des Füllvorgangs gelöst werden könnte.

Aus der Darstellung der scheinbaren Dehnviskosität, die sich mit Hilfe von Modellannahmen berechnen lässt (siehe Abbildung 6) wird ersichtlich, dass die Dehnviskosität der Proben 1 und 2, deren Abfüllen erfolgreich verlief, deutlich niedriger ist als die der Proben 3 und 5, deren Abfüllen sich als problematisch erwies. Je niedriger die Dehnviskosität ist, desto höher ist die Verformungsrate und desto kürzer ist die Abrisszeit (die Fadenlebensdauer) im CaBER-Experiment und in den Abfüllmaschinen.

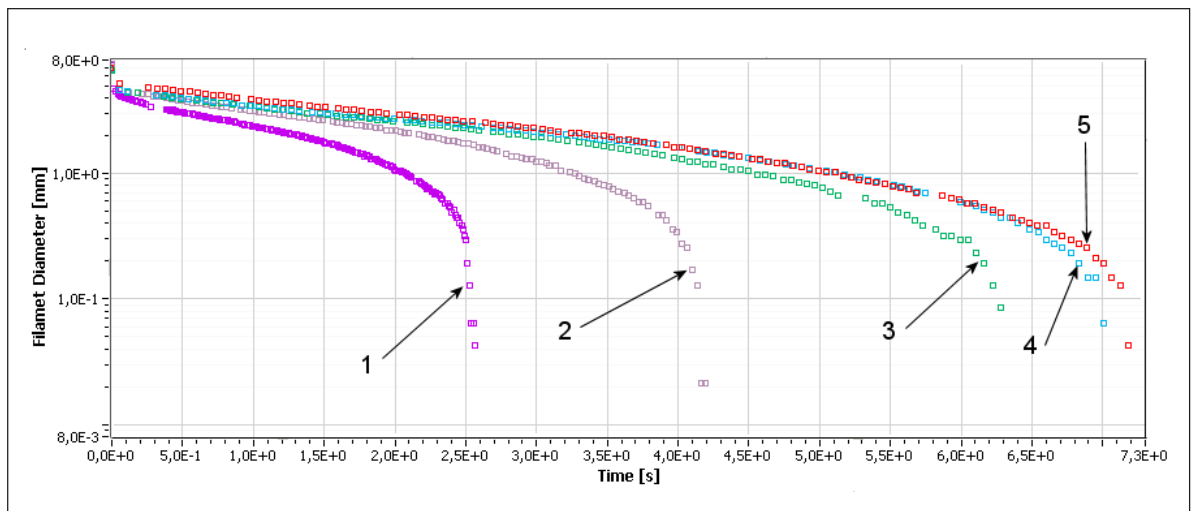


Abbildung 5: Abfall des Filamentdurchmessers der Shampoos im CaBER-Experiment.

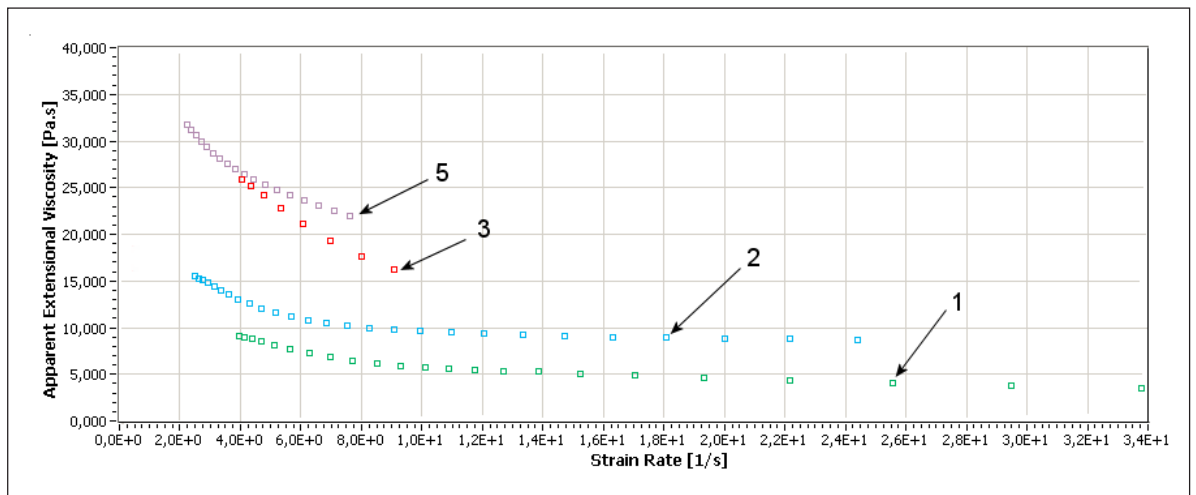


Abbildung 6: Dehnströmungskurven der Shampoos 1-5.

Zusammenfassung

Die Neigung von Shampoos zur Fadenbildung konnte an fünf verschiedenen Formulierungen mit dem Dehnrheometer HAAKE CaBER 1 schnell und unkompliziert durch Messung der Fadenabrisszeit differenziert werden, die für die Produktion und die Qualitätskontrolle herangezogen werden kann. Die auftretenden Probleme beim Einfüllen der Shampoos 3-5 können nur durch Verbesserung der Formulierung behoben werden. Nur auf diese Weise ist es möglich, die Qualität der Shampoos zu verbessern und den Fertigungsprozess zu optimieren.

Literatur

- [1] <http://www.hair-shampoo.com>
- [2] Laba D. (ed.): *Rheological properties of cosmetics and toiletries - Cosmetic science and technology series vol. 13.* Marcel Dekker, New York (1993).
- [3] Henning T., Milbradt R., Miller D.: *Stabilising special-effect particles,* *Cosma 3* (2003), 48-49.

**Thermo Fisher
Scientific
Process Instruments**

International/Germany
Dieselstr. 4,
76227 Karlsruhe
Tel. +49(0)721 40 94-444
info.mc.de@thermofisher.com

Benelux
Tel. +31 (0) 76 5 87 98 88
info.mc.nl@thermofisher.com

China
Tel. +86 (21) 68 65 45 88
info.china@thermofisher.com

France
Tel. +33 (0) 1 60 92 48 00
info.mc.fr@thermofisher.com

India
Tel. +91 (22) 27 78 11 01
info.mc.in@thermofisher.com

United Kingdom
Tel. +44 (0) 1785 81 36 48
info.mc.uk@thermofisher.com

USA
Tel. 603 436 9444
info.mc.us@thermofisher.com

www.thermo.com/mc

V-204_21.08.2007

© 2007/08 Thermo Fisher
Scientific. All rights reserved.
This document is for informational
purposes only and is subject to
change without notice.