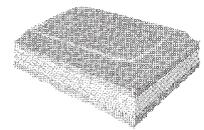


Rheologische Verarbeitungseigenschaften von flüssiger Schokolade

Rheological and Processing Properties of Fluid Chocolate

Beiträge
Papers



H.-D. Tscheuschner,
Dresden,
Germany

Das Fließverhalten von flüssiger Schokoladenmasse ist besonders unter Verarbeitungsbedingungen von praktischem Interesse. Es wird die Schokolade als konzentrierte Mehrphasendispersion dargestellt und die wichtigsten Einflüsse auf das Fließverhalten behandelt. Die Beschreibung der Fließeigenschaften unter Verarbeitungsbedingungen erfordert ein geeignetes Modell und die Berücksichtigung der Vorkristallisation und Temperatursenkung auf Verarbeitungstemperatur.

The flow behavior of chocolate is especially interesting under processing conditions. Chocolate is considered as a multi-phase dispersion, and the most important influences on the flow properties are examined. The description of the flow properties under processing conditions requires a suitable model and consideration of pre-crystallization and temperature reduction to the processing temperature.

1 Einleitung

1 Introduction

Das Fließverhalten flüssiger Schokolade ist für die Verarbeitung zu Schokoladenerzeugnissen (Tafeln, Pralinenhülsen, Hohlfiguren, Überzüge) von großem Einfluß auf die Zuverlässigkeit und Produktivität des Verarbeitungsvorganges sowie auf die Qualität des daraus hergestellten Erzeugnisses. Die Fließeigenschaften werden durch die Rezeptur und den Herstellungsprozeß, insbesondere durch den Conchierprozeß, beeinflusst und auf einen bestimmten Sollbereich eingestellt, wodurch eine einwandfreie Verarbeitung ermöglicht werden soll. Die Praxis zeigt jedoch häufig, daß auch bei Einhaltung der nach dem OICCC-Standard [1] gekennzeichneten Fließkennwerte einer Schokolade durch die Casson-Gleichung (1) es zu Problemen beim Fließen unter Verarbeitungsbedingungen kommt. Es ist deshalb erforderlich, die Fließeigenschaften der flüssigen Schokolade genauer zu untersuchen und die konkreten Verarbeitungsbedingungen bei der modellmäßigen Beschreibung des Fließverhaltens zu berücksichtigen.

The flow properties of chocolate are very important in determining the dependability and productivity of the processing operations from which chocolate products are made (bars, praline coatings, hollow figures, and outer coatings). The final quality of such products is also dependent on the flow properties. The flow properties are determined and adjusted to a desired value

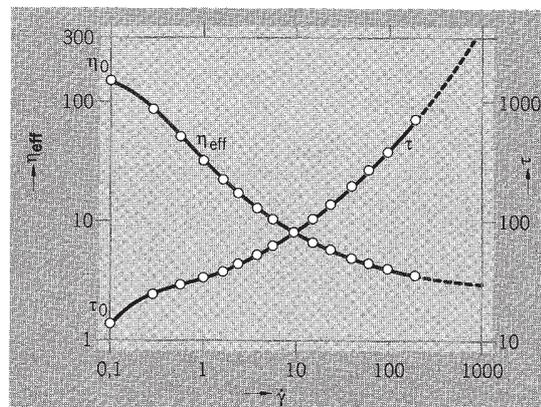


Abb. 1:
Vollständige Fließkurve von dunkler Schokoladenmasse bei 40°C

Fig. 1:
Complete flow curve of dark chocolate at 40°C

2 Das „Stoffsystem“ Schokolade

Schokolade besteht aus einer kontinuierlichen Fettphase (Kakaobutter) und verschiedenen dispersen Feststoffphasen (Kakaofeststoffe, Zucker, Milchpulver). Im aufgeschmolzenen Zustand der Fettphase

by the composition and the production process, in particular the process whereby the chocolate is treated in the conche. Proper adjustment of the flow properties allows for precise and successful processing. One finds in practice, however, that even when the flow

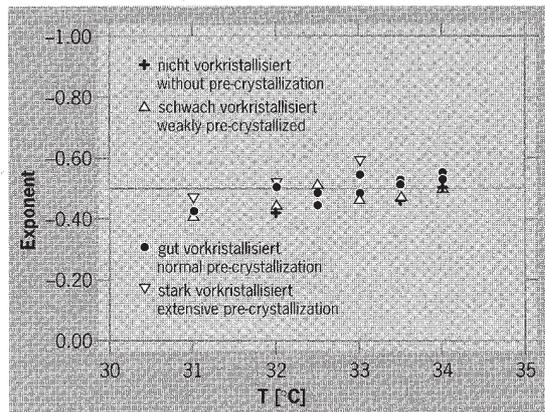
Rezepturbestandteile Ingredients	Bitterschokolade Bitter chocolate	Milkschokolade Milk chocolate	Bitterschok. mit Milchpulverzusatz Bitter choc. with added milk powder	Milkschokolade Milk chocolate
	% (I)	% (II)	% (III)	% (IV)
Kakaomasse/cocoa	50	10	41	11
Milchpulver/milk powder	-	31	9	24
Zucker/sugar	35	39	39	42
Kakaobutter/cocoa butter	15	20	11	23
Lezithin/lecithin	0.5	0.3	0.3	0.3

Tabelle 1:
Zusammensetzung der untersuchten Schokoladenmassen

Table 1:
Composition of the chocolate samples examined

Abb. 10:
Exponent n als Funktion der Temperatur für die Sorte I bei unterschiedlichen Vorkristallisationszuständen (verschiedener Fest-Fettgehalt)

Fig. 10:
Exponent n as a function of temperature for Type I for various pre-crystallization conditions (different solid-fat contents)

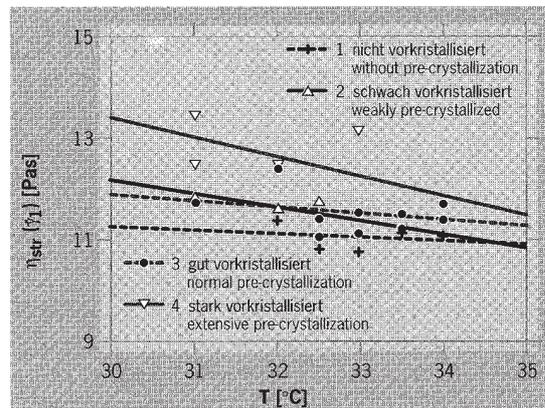


40 °C dieser vier Schokoladenmuster wurden gemessen, die Modellparameter nach Gleichung (8) berechnet und in Tabelle 2 dargestellt. Bei Absenkung der Temperatur von 40 °C auf 34 bis 31 °C, wie es für die Verarbeitung notwendig ist, verändern sich diese Parameter allein durch den Temperatureffekt, wobei der Rezeptureinfluß deutlich erkennbar ist [13].

Wird neben der Temperaturabsenkung auch die Vorkristallisation durchgeführt, erhöhen sich Fließgrenze und Viskosität zusätzlich durch die disperse Fettphase (Tabelle 3). Die Vorkristallisation kann unterschiedlich

Abb. 9:
Strukturparameter $\eta_{str}(\dot{\gamma})$ in Abhängigkeit von der Temperatur für Sorte I bei unterschiedlichen Vorkristallisationszuständen (verschiedener Fest-Fettgehalt)

Fig. 9:
Dependence of the structure parameter $\eta_{str}(\dot{\gamma})$ on temperature for Type I for various pre-crystallization conditions (different solid-fat contents)



stark durchgeführt werden. Hierdurch werden die Fließeigenschaften sehr sensibel beeinflusst. Die Abbildungen 7 bis 10 zeigen das für die Sorte I.

Die Ergebnisse haben verdeutlicht, daß die Bewertung der Verarbeitungseigenschaften von Schokoladenmassen durch die rheologischen Eigenschaften nicht mit der in der OICCC-Norm festgelegten Casson-Gleichung bei 40 °C erfolgen kann. Das übliche Schergefälle bei Verarbeitungsbedingungen liegt im Bereich $\dot{\gamma} = 0,1$ bis 5 s^{-1} , der von der Casson-Gleichung nicht zuverlässig widerspiegelt wird. Durch die Temperaturabsenkung auf die erforderliche Verarbeitungstemperatur von etwa 32 bis 33 °C und die Vorkristallisation treten sortenspezifische Änderungen der Fließeigenschaften auf, die für den Verarbeitungsprozeß relevant sind und deshalb bei der Beschreibung der Fließeigenschaften zu berücksichtigen sind.



In our experiments, four different chocolate samples, whose compositions are shown in Table 1, were tested. The flow curves for these samples were measured at 40 °C, the model parameters were calculated using equation (8), and the results are listed in Table 2. When the temperature is reduced from 40 °C to between 34 and 31 °C, the parameters change solely due to the temperature effect. One can also plainly see the effect of the composition on the properties [13].

If the pre-crystallization and temperature reduction occur simultaneously, then the viscosity and yield stress increase is brought about not only as a result of the temperature decrease, but also due to the formation of a disperse cocoa butter phase (see Table 3). The pre-crystallization can be controlled in terms of its extent and rate. The flow properties are strongly dependent on the nature of the crystallization, as shown in Figures 7–10 for Type I.

The results presented here show that use of the Casson equation and the resulting OICCC-standard rheological parameters are inadequate for calculating the processing properties of chocolate at 40 °C. The typical shear rates encountered in processing are in the range of $\dot{\gamma} = 0.1$ to 5 s^{-1} , and the Casson equation cannot be reliably extrapolated to this range. During the pre-crystallization phase and temperature reduction to 32–33 °C that occur during processing, composition dependent changes occur in the flow behavior. These changes affect the processing, and therefore must be taken into account when describing the flow properties of chocolate.



- [1] OICCC „Viskosität von Schokolade“, Bioggio-RIC 28 (1973), No. 9, p. 220–222
- [2] Weipert/Tscheuschner/Windhäb: „Rheologie der Lebensmittel“, Kapitel B 4, Behr's...Verlag, Hamburg 1993
- [3] Tscheuschner, H.-D.; Finke, A., Lehrte ZSW 41 (1988), No. 7/8, p. 244
- [4] Tscheuschner, H.-D.; Finke, A., Lehrte ZSW 41 (1988), No. 11, p. 354
- [5] Tscheuschner, H.-D.; Finke, A., Lehrte ZSW 42 (1989), No. 2, p. 53
- [6] Tscheuschner, H.-D.; Neuber, S., Lehrte ZSW 45 (1992), No. 5, p. 166 und No. 6, p. 210
- [7] Tscheuschner, H.-D.; Janota, J., Lehrte ZSW 45 (1992), No. 4, p. 120
- [8] Windhäb, E.; Roffes, W., Bericht zum Internationalen Kakao- und Schokoladen-Kongreß München, Mai 1991
- [9] Tscheuschner, H.-D.; Finke, A., Bericht: IV. Tagung Lebensmittelrheologie Detmold, Sept. 1993
- [10] Tscheuschner, H.-D., Bericht zum Industrie-Symp. „Rheologie/Rheometrie“, Quakenbrücke, Juni 1989
- [11] Tscheuschner, H.-D., Lehrte ZSW 46 (1993), No. 3, p. 136
- [12] Windhäb, E., Bericht: IV. Tagung Lebensmittelrheologie Detmold, Sept. 1993
- [13] Tscheuschner, H.-D., Süßwaren 37 (1993), No. 12, p. 28

This is an extract of the complete reprint-pdf, available at the Applied Rheology website
<http://www.appliedrheology.org>

This is an extract of the complete reprint-pdf, available at the Applied Rheology website
<http://www.appliedrheology.org>