

## Viskositätsmessung kosmetischer Produkte

Was haben die unterschiedlichsten kosmetischen Produkte wie Cremes, Lotionen, Lippenstifte, Seifen u.s.w. miteinander gemein? Sie alle werden in der Qualitätskontrolle rheologisch vermessen! Die Messung mit einem Rotationsrheometer ist die Messmethode, die am weitesten verbreitet, theoretisch gut fundiert und leicht anwendbar ist. Dies erscheint zunächst einmal einfach. Doch schaut man sich die Messungen näher an, so stellen sich dem Anwender verschiedene Fragen, z.B. welches ist das passende Messsystem oder wie definiere ich eine Messvorschrift. Diese Fragen sollen hier näher beleuchtet werden, wobei die folgenden Überlegungen unabhängig vom Hersteller des verwendeten Rheometers gelten.

### Rotationsrheometer

Die Messung der Viskosität mit einem Rotationsrheometer erfolgt so, dass ein Messkörper in der zu vermessenden Substanz rotiert. Die Viskosität der Substanz verhält sich proportional zu der Kraft, mit der sie der Rotation des Messkörpers entgegenwirkt. Dies gilt unter der Voraussetzung, dass Messkörpergeometrie und Drehzahl gleich bleiben.

Es gibt sehr unterschiedliche Messkörpergeometrien (vgl. Abb.1)

- koaxiale Zylinder gemäß DIN 53 019
- Kegel - Platte gemäß DIN 53 019
- Ankerrührer wie sie früher beim contraves TV eingesetzt wurden oder heute noch als T- Spindeln benutzt werden
- Tellerförmige Messkörper gemäß ISO 2555
- und viele mehr



Abb. 1: verschiedene Messsystemgeometrien

Der Phantasie sind hier keine Grenzen gesetzt und es ist prinzipiell möglich, jedes Messsystem an ein programmierbares Rotationsrheometer (wie z. B. den Rheomat R 180 der Firma proRheo) zu adaptieren. Das Messgerät dient ja „nur“ dazu, den Messkörper in Rotation zu versetzen und das Drehmoment zu messen. Hierbei ist allerdings darauf zu achten, dass dies beides mit hoher Präzision geschehen muss, d. h. vor einem Kauf sind Qualitätsunterschiede intensiv zu prüfen. Entscheidend ist auch die Frage nach einer rückführbaren Kalibrierung und Justierbarkeit der Geräte!

In der bereits erwähnten DIN 53019 sind verschiedene Messsystemgeometrien genormt und Formeln zur Berechnung der Viskosität angegeben. Für ein koaxiales Zylindermesssystem gemäß Abb. 2 gilt z. B.:

Die Viskosität  $\eta$  ist definiert als das Verhältnis aus Schubspannung  $\tau$  und Schergeschwindigkeit

$$(1) \quad \eta = \frac{\tau}{\dot{\gamma}}$$

Die Schubspannung und die Schergeschwindigkeit berechnen sich, wie folgt aus dem Drehmoment  $M$  und der Drehzahl  $n$ :

$$(2) \quad \tau = \left( \frac{1 + \delta^2}{2 \cdot \delta^2} \cdot \frac{1}{2\pi L R_i^2 C_L} \right) \cdot M \quad \dot{\gamma} = \left( \frac{(1 + \delta^2) \cdot \pi}{(\delta^2 - 1) 30} \right) \cdot n$$

mit  $\delta = \left( \frac{R_a}{R_i} \right)$

Bezeichnungen wie in Abb. 2:

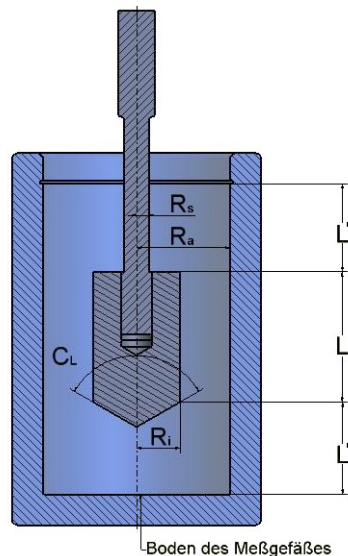


Abb. 2: koaxiales Messsystem

Für die Messung mit einem Messsystem gemäß DIN 53 019 ist also eine klare Vorschrift gegeben, mit der aus Drehzahl und Drehmoment die Viskosität zu ermitteln ist. Um eine Substanz rheologisch charakterisieren zu können, wird üblicherweise diese rotationsrheologische Untersuchung bei unterschiedlichen Drehzahlen (dies entspricht unterschiedlichen Schergeschwindigkeiten) durchgeführt. Trägt man die so ermittelte Viskosität in einem Diagramm in Abhängigkeit von der Schergeschwindigkeit auf, so erhält man eine Grafik, wie in Abb. 4 exemplarisch zu sehen.

### Creme

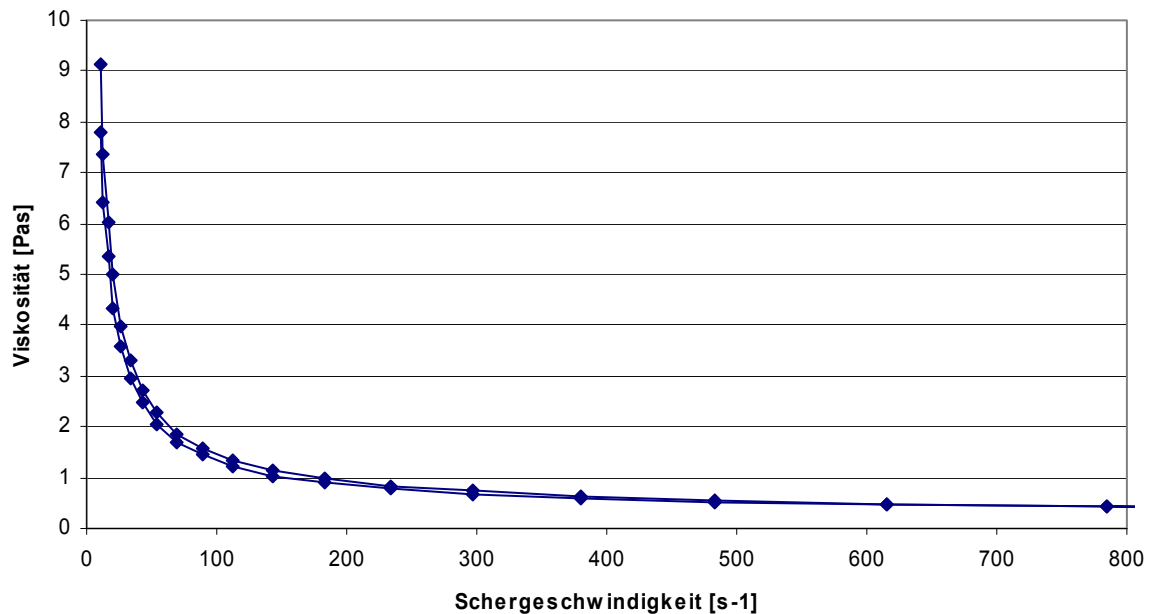


Abb.3: rheologische Untersuchung einer Hautcreme

Die wichtige Erkenntnis aus dieser Grafik ist:

#### **Die Viskosität ist keine stoffspezifische Konstante!**

Die Viskosität liegt in diesem Fall zwischen 0,5 und 9 Pas! Dies bedeutet, dass sich die Viskosität unter verschiedenen Bedingungen um eine Zehnerpotenz ändert.

Was ist aber nun die richtige Messmethode, um zu entscheiden, ob das Produkt freigegeben werden kann? In Abb. 4 sind die Scherraten dargestellt, denen das Produkt bei unterschiedlichen Prozessen ausgesetzt ist.

Damit ist bei der Verarbeitung, Abfüllung oder Anwendung der Produkte darauf zu achten, dass sich das Produkt z. B. beim Pumpen deutlich anders verhalten kann als beim Ausgießen. Die Viskosität ist also jeweils in dem Schergeschwindigkeitsbereich zu ermitteln, in der die Anwendung liegt, d. h. es müssen verschiedene rheologische Untersuchungsmethoden verwendet werden, wenn man feststellen will, ob die Oberfläche der Creme im Behälter schnell verläuft, ob die Creme angenehm aufzutragen ist und in die Haut einzieht oder ob man berechnen möchte, welche Pumpleistung benötigt wird, um sie durch ein Rohrleitungssystem zu fördern.

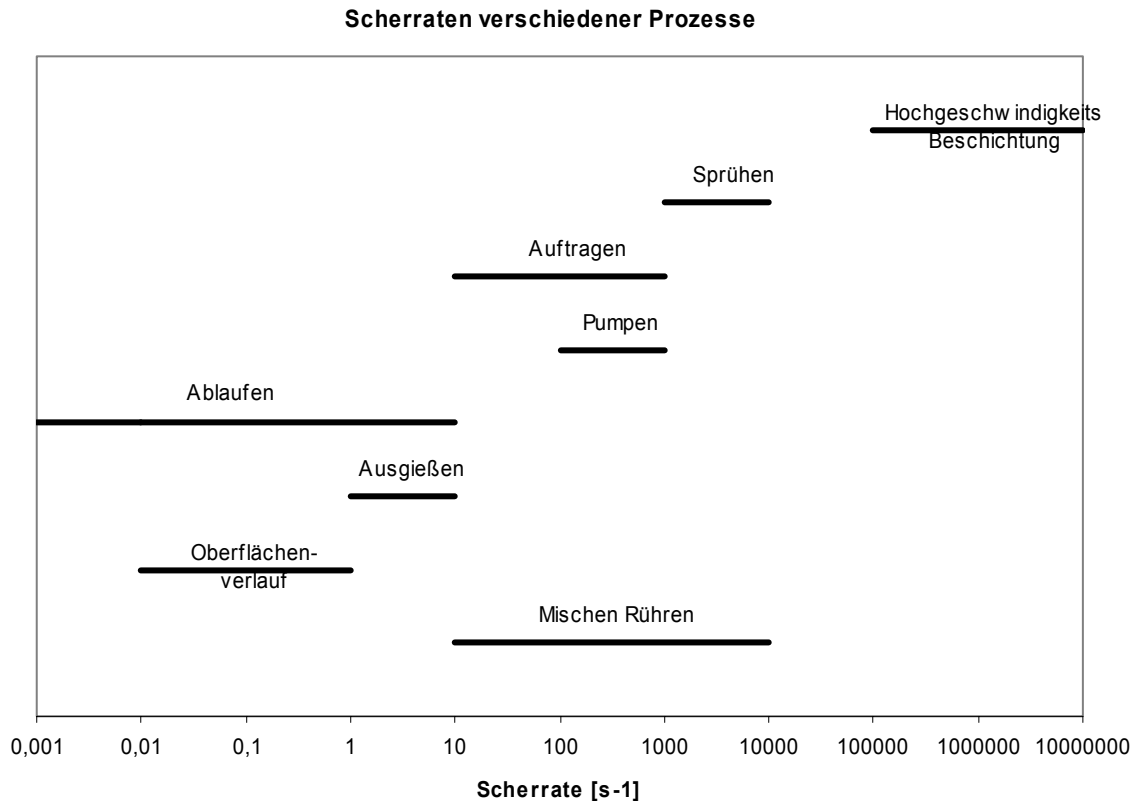


Abb. 4: Scherbelastung bei unterschiedlichen Prozessen

Wie oben angesprochen, können unterschiedliche Messsysteme zur Messung der Viskosität mit einem Rotationsrheometer verwendet werden. Aus Abb. 3 erkennt man, dass die Viskosität des gleichen Stoffes abhängig von der Schergeschwindigkeit sehr unterschiedlich sein kann. Die Bestimmung der Schergeschwindigkeit ist jedoch nur bei Messsystemen gemäß DIN 53 019 möglich.

Werden anders geformte Messsysteme verwendet (Anker, Teller, T-Spindeln usw.), ist eine Berechnung der Schergeschwindigkeit nicht möglich. Das gilt besonders dann, wenn in einem nicht normierten Gefäß (z. B. einem Becherglas) gemessen wird. Diese Messungen können nur eine Orientierung geben, ob das Produkt bei dieser einen (unbestimmten) Scherrate eine gleich bleibende Viskosität hat. Weiterhin ist es wichtig, zu wissen, dass hiermit nicht darauf geschlossen werden kann, ob z. B. das Pumpverhalten oder die Verarbeitung gleich bleibend ist, denn anhand eines Messpunkts kann nicht auf den Verlauf der Fließkurve geschlossen werden.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass das rheologische Verhalten kosmetischer Produkte sehr gut mit einem Rotationsrheometer untersucht werden kann. Als Messsystem ist ein Messsystem gemäß DIN 53 019 zu bevorzugen, um den Bezug zur jeweiligen Anwendung herstellen zu können. Als Messmethode ist die Aufnahme einer Fließkurve auch in der Qualitätssicherung notwendig, wobei die Fließkurve für die schnelle Kontrolle aus wenigen Messpunkten bestehen kann.