

# APPLICATION NOTE

## Eierlikör – Rotationsrheometer Rosand

### Über das Fließverhalten von Eierlikör

Claire Straßer und Senol Gezgin



#### Einleitung

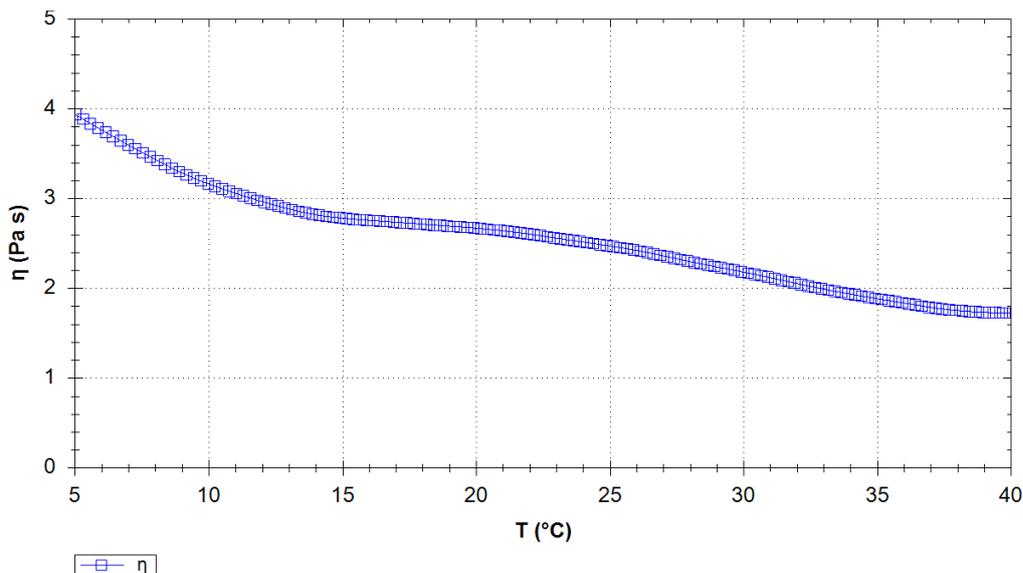
Eierlikör ist besonders beliebt zur Weihnachtszeit. Er besteht hauptsächlich aus Alkohol, Eigelb und Zucker und soll, dem allgemeinen Brauch nach, möglichst im Dunklen und kühl gelagert werden. Darf man Eierlikör wirklich in den Kühlschrank stellen? Was passiert, wenn das cremige Süßgetränk bereits geöffnet ist und bei Raumtemperatur lagert? Verändert Eierlikör seine Konsistenz, wenn er über einen längeren Zeitraum steht?

Die Rheologie beschäftigt sich mit dem Verformungs- und Fließverhalten von Materialien. Je höher die Viskosität des Eierlikörs, desto höher ist sein Widerstand zu fließen und er fühlt sich dicker an.

#### Wie wirkt sich die Lagerung im Kühlschrank auf die Viskosität von Eierlikör aus?

Die Temperatur ist eine der wichtigsten Faktoren, die die Viskosität von Materialien beeinflusst. Die folgende Messung zeigt, wie sich eine Lagerung im Kühlschrank auf die Scherviskosität von Eierlikör im Vergleich zu einer Lagerung bei (höheren) Raumtemperaturen auswirkt.

Dazu wurde die Scherviskosität des Eierlikörs während einer Temperaturrampe zwischen 5 °C und 40 °C gemessen. In Abbildung 1 ist die resultierende Kurve dargestellt. Bei 5 °C beträgt die Scherviskosität 4 Pa.s. Wie erwartet sinkt dieser Wert mit steigender Temperatur: Bei Erwärmung von 5 °C auf 40 °C verringert er sich um den Faktor 2.



1 Scherviskositätskurve von Eierlikör zwischen 5 °C und 40 °C (Geometrie: PP40 (Platte-Platte, 40 mm Durchmesser) mit Lösungsmittelfalle (Isopropanol als Lösungsmittel); Spalt: 1 mm; Temperaturprogramm: 5 °C bis 40 °C bei 3 K/min; Scherrate: 1 s<sup>-1</sup>)



### Langzeitstabilität und Segregation: Der Frequenz-Sweep

Während der Lagerung sollte der Eierlikör stabil, d. h. homogen bleiben: Eine Phasentrennung der verschiedenen Bestandteile würde die Qualität des Produkts beeinträchtigen. Informationen über die Phasenstabilität werden mit Hilfe eines Frequenzsweeps gewonnen.

Zunächst wird ein Amplitudensweep durchgeführt, um den Bereich der Amplituden zu bestimmen, die auf die Probe ausgeübt werden können, ohne dass es zu einem Zusammenbruch ihrer Struktur kommt (Abbildung 2). Dieser Bereich wird als linearer viskoelastischer Bereich (LVB) bezeichnet. Solange der elastische Schubmodul  $G'$  konstant bleibt, kommt es in der Praxis zu keinem Zusammenbruch der Probenstruktur. Für den folgenden Frequenzsweep wurde eine Scherströmung von 0,3 % gewählt.

Vor der Frequenzsweep-Messung wurde der Eierlikör dreimal zwischen 5 °C und 50 °C erhitzt und wieder abgekühlt. Durch diese thermische Behandlung wurde sichergestellt, dass die folgende Aussage zur Langzeitstabilität nicht durch eine Lagerung im Kühlschrank oder bei höheren Raumtemperaturen als die für die Messung verwendeten 25 °C beeinflusst wird.

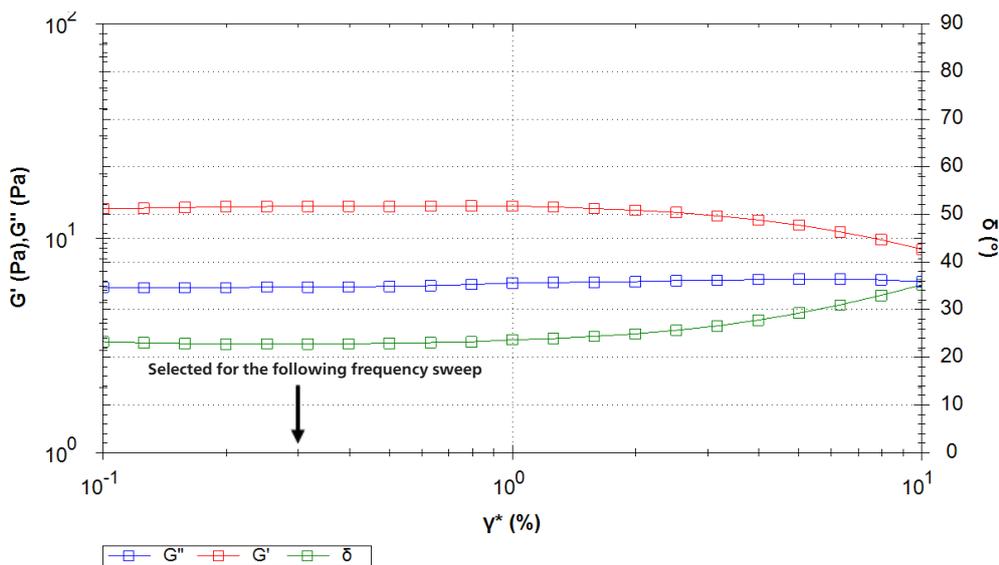
#### Einige Definitionen:

$G^*$ : Komplexer Schubmodul (Steifigkeit)

$G'$ : Speicherschubmodul, elastischer Beitrag zu  $G^*$

$G''$ : Verlustschubmodul, viskoser Beitrag zu  $G^*$

$\delta$ : Phasenwinkel ( $\delta = G''/G'$ ), relatives Maß für die viskosen und elastischen Eigenschaften eines viskoelastischen Materials. Er reicht von 0° für ein vollkommen elastisches Material bis 90° für ein vollkommen viskoses Material.



2 Amplitudensweep zur Bestimmung des LVER (Geometrie: PP40 (Platte-Platte; 40 mm Durchmesser) mit Lösungsmittelfalle (Isopropanol als Lösungsmittel); Spalt: 1mm; Temperatur: 25 °C; Frequenz: 1 Hz; Amplitude: 0,1 bis 10 %)

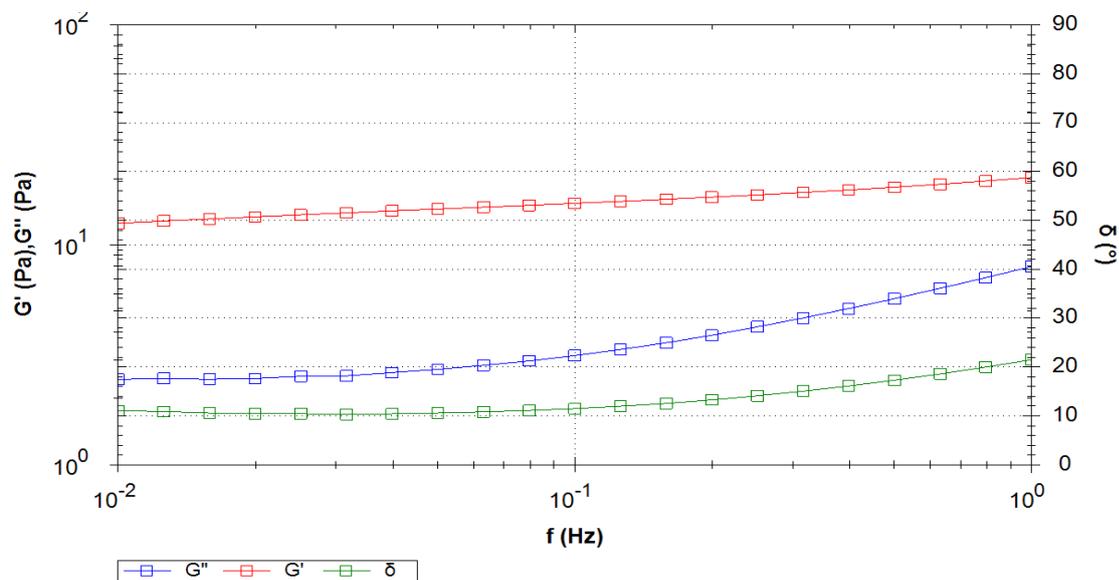
## APPLICATIONNOTE Über das Fließverhalten von Eierlikör



Der auf den Eierlikör angewandte Frequenzsweep (Abbildung 3) zeigt, dass der elastische Schermodul  $G'$  über den gesamten gemessenen Frequenzbereich höher ist als der viskose Schermodul  $G''$ .

Dies bedeutet, dass der Eierlikör für diese Zeitskalen ein viskoelastischer Festkörper ist. Die "feststoffähnlichen"

Eigenschaften dominieren die "flüssigkeitsähnlichen" Eigenschaften. Er fließt nicht, solange keine Spannung angelegt wird. Außerdem ist dieses festkörperähnliche Verhalten auch im niedrigen Frequenzbereich (der langen Zeitskalen entspricht) ein Hinweis darauf, dass das Produkt stabil ist und keine Phasentrennung stattfindet.



3 Frequenzsweep bei Eierlikör (Geometrie: PP40 (Platte-Platte, 40 mm Durchmesser) mit Lösungsmittelfalle (Isopropanol als Lösungsmittel); Spalt: 1 mm; Temperatur: 25 °C; Amplitude: 0,3 %; Frequenz: 1 bis 0,01 Hz)