



TENSOPROT Emulgator und Tensid-Booster auf Basis natürlicher Polymere

Im Rahmen einer Diplomarbeit an der Georg-Simon-Ohm Fachhochschule Nürnberg (Fachbereich Angewandte Chemie) wurde die Wirksamkeit des Emulgators und Tensid Boosters TENSOPROT bei der Stabilisierung von Öl in Wasser Emulsionen bestimmt. Die Stabilität der Emulsionen mit TENSOPROT wurde im Vergleich zu Emulsionen mit dem handelsüblichen Emulgator Polyglyceryl-3 Methylglucose Distearate ermittelt. Zusätzlich wurde die Wirksamkeit von Kombinationen aus beiden Emulgatoren bei der Stabilisierung von O/W-Emulsionen geprüft. Die Stabilität der Emulsionen wurde mit einer Zentrifugalmethode (LUMIFuge) und mit Hilfe rheologischer Messmethoden (oszillatorische Tests: Amplituden Sweep und Kreisfrequenz-Sweep) untersucht.

Herstellung der Öl in Wasser Emulsionen – Aufbau der ausgewählten Rezeptur

Massen %	Stoff	Funktion
18,0	Caprylic/Capric Triglycerides	Ölphase
0,5	Glyceryl Stearate	Konsistenzregulator
1,0	Cetearyl Alcohol	Konsistenzregulator
0,5 – 3,0	Emulgator	Phasenvermittler
80,0 – 77,5	Wasser deionis.	Wasserphase

Die beiden Emulgatoren TENSOPROT sowie Polyglyceryl-3 Methylglucose Distearate wurden mit Konzentrationen von 0,5 bis 3,0 % in 0,5 % Schritten sowie in verschiedenen Mischungsverhältnissen eingesetzt. Somit waren folgenden Kombinationen möglich:

w (Tensoprot) %	w (Polyglyceryl-3 Methylglucose Distearate) %						
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
0,0		1	2	3	4	5	6
0,5	7	13	18	22	25	27	
1,0	8	14	19	23	26		
1,5	9	15	20	24			
2,0	10	16	21				
2,5	11	17					
3,0	12						

Vorgehensweise bei der Herstellung der O/W-Emulsionen:

- Ölphase mit öllöslichen Komponenten auf 70°C erhitzen
- Wasser mit wasserlöslichen Komponenten auf 70°C erhitzen
- Ölphase zur Wasserphase zugeben.
- Mit UltraTurrax T25 basic und Dispergierkammer UTL 25 Ultra-Turrax-Inline eine Minute bei 24000 min⁻¹ (Stufe 6) dispergieren
- 1 Minute bei 6500 min⁻¹ (Stufe 1) nachdispergieren
- Unter gelegentlichem Rühren auf Raumtemperatur abkühlen lassen
- Im Kühlschrank bei 6°C lagern.

Stabilitätsmessungen - Zentrifugalmethode

Zur Ermittlung der Stabilität von O/W-Emulsionen wird bei der Zentrifugalmethode die Erdgravitation durch ein künstliches Schwerfeld ersetzt und damit werden die Entmischungsvorgänge stark beschleunigt. Dies ist das grundlegende Prinzip der LUMIFuge®, eine analytische Zentrifuge, die den zeitlichen Verlauf von Entmischungsprozessen disperser Stoffsysteme während der Zentrifugation über die gesamte Probenhöhe optisch detektiert. Die Stabilität einer Emulsion wird durch einen konkreten Wert der Aufrahmggeschwindigkeit charakterisiert.

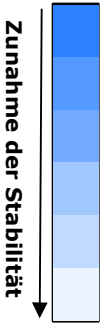
Die Linearität der Aufrahmggeschwindigkeit gegen die Zentrifugalbeschleunigung konnte nachgewiesen werden. Somit können die ermittelten Aufrahmggeschwindigkeiten durch Division mit der bei der Messung vorherrschenden Zentrifugalkraft auf einfache Erdbeschleunigung umgerechnet und damit eine Vorhersage über die Stabilität der Emulsion bzw. über die Dauer des Aufrahmprozesses bei Normalbedingungen getroffen werden.

Stabilitätskriterium ist die Aufrahmggeschwindigkeit zu Beginn des Aufrahmvorgangs. Je größer die Aufrahmggeschwindigkeit, desto instabiler ist die Emulsion. Die ermittelten Aufrahmggeschwindigkeiten aller in der obigen Tabelle aufgeführten Emulsionen 1 - 27 sind nachfolgend dargestellt:

Aufrahmgeschwindigkeiten aller hergestellten Emulsionen in mm s^{-1} bei 3000 rpm und 45°C

- $v > 10^{-2} \text{ mm s}^{-1}$
- $10^{-3} \text{ mm s}^{-1} < v < 10^{-2} \text{ mm s}^{-1}$
- $10^{-4} \text{ mm s}^{-1} < v < 10^{-3} \text{ mm s}^{-1}$
- $10^{-5} \text{ mm s}^{-1} < v < 10^{-4} \text{ mm s}^{-1}$
- $10^{-6} \text{ mm s}^{-1} < v < 10^{-5} \text{ mm s}^{-1}$
- $v < 10^{-6} \text{ mm s}^{-1}$

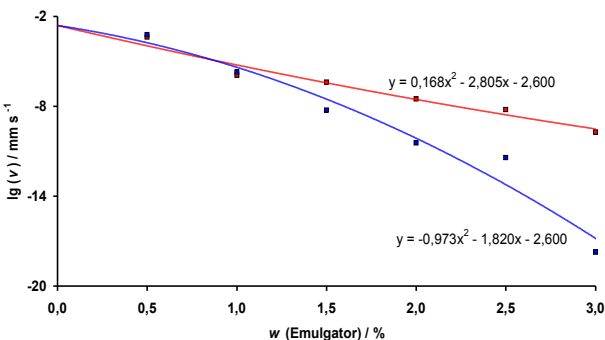
		w(Polyglyceryl-3 Methylglucose Distearate) / %						
		0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
w(Tensoprot®) / %	0,0		$3,40 \cdot 10^{-2}$	$2,70 \cdot 10^{-3}$	$1,70 \cdot 10^{-3}$	$5,50 \cdot 10^{-4}$	$2,70 \cdot 10^{-4}$	$6,00 \cdot 10^{-5}$
	0,5	$4,00 \cdot 10^{-2}$	$1,54 \cdot 10^{-3}$	$8,51 \cdot 10^{-4}$	$2,90 \cdot 10^{-4}$	$7,20 \cdot 10^{-5}$	$5,80 \cdot 10^{-5}$	
	1,0	$3,30 \cdot 10^{-3}$	$1,78 \cdot 10^{-4}$	$1,00 \cdot 10^{-4}$	$7,30 \cdot 10^{-5}$	$1,37 \cdot 10^{-5}$		
	1,5	$2,60 \cdot 10^{-4}$	$1,80 \cdot 10^{-5}$	$1,60 \cdot 10^{-6}$	$3,90 \cdot 10^{-6}$			
	2,0	$2,90 \cdot 10^{-5}$	$7,90 \cdot 10^{-6}$	$2,53 \cdot 10^{-6}$				
	2,5	$1,10 \cdot 10^{-5}$	$4,50 \cdot 10^{-7}$					
	3,0	$2,00 \cdot 10^{-8}$						



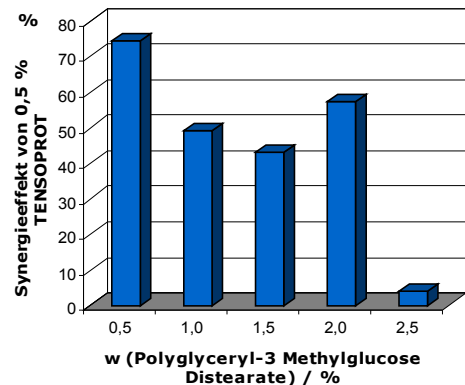
Aus den Ergebnissen ist zu erkennen, dass die mit TENSOPROT stabilisierten Emulsionen tendenziell stabiler sind als die mit Polyglyceryl-3 Methylglucose Distearate stabilisierten Emulsionen. Ausserdem zeigen die Ergebnisse, dass bereits ein geringer Zusatz von 0,5 % an TENSOPROT zu Polyglyceryl-3 Methylglucose Distearate zu einer deutlichen Erhöhung der Stabilität führt. Durch eine Kombination beider Emulgatoren kann im Vergleich zur alleinigen Verwendung üblicher Emulgatoren, wie z. B. Polyglyceryl-3 Methylglucose Distearate, die Emulgatorkonzentration bei unveränderter oder sogar verbesserter Stabilität der Emulsionen reduziert und somit Kosten eingespart werden. Beispielsweise zeigt die Emulsion mit 2,5 % Polyglyceryl-3 Methylglucose Distearate eine ähnliche Aufrahmgeschwindigkeit wie die Emulsion mit einer Kombination aus 1,0 % Polyglyceryl-3 Methylglucose Distearate und 0,5 % TENSOPROT, gleichbedeutend mit einer Emulgatorsparnis von 1,0 %.

Ein Vergleich der dargestellten Ergebnisse lässt einen Synergieeffekt bei Verwendung der Emulgatorkombinationen gegenüber den reinen Emulgatoren vermuten. Da sich durch das Auftragen der logarithmierten Aufrahmgeschwindigkeiten der Emulsionen mit nur einem Emulgator (TENSOPROT oder Polyglyceryl-3 Methylglucose Distearate) gegen die Emulgatorkonzentration ein polinomischer Zusammenhang ($y = a x^2 - b x - c$) ergibt (s. unten links), können die theoretischen Aufrahmgeschwindigkeiten der Emulsionen berechnet werden. Die theoretischen Aufrahmgeschwindigkeiten der Mischungsemulsionen (Emulsionen mit Kombinationen aus beiden Emulgatoren stabilisiert) lassen sich durch Kombination der theoretischen Aufrahmgeschwindigkeiten der Emulsionen mit nur einem Emulgator berechnen. Ein Vergleich der berechneten mit den gemessenen Entmischungsgeschwindigkeiten lässt erkennen, dass bereits die Zugabe von 0,5 % TENSOPROT zu 0,5 bis 2,0 % Polyglyceryl-3 Methylglucose Distearate einen hohen Synergieeffekt bewirkt, wie nachfolgendes rechtes Bild zeigt.

Polynomische Zusammenhänge zwischen den logarithmierten Aufrahmgeschwindigkeiten und den Emulgatorkonzentrationen
 Rot: Emulsionen 1-6 (mit Polyglyceryl-3 Methylglucose Distearate stabilisiert).
 Blau: Emulsionen 7-12 (mit Tensoprot® stabilisiert).



Darstellung des Synergieeffekts einer Zugabe von 0,5 % TENSOPROT zu verschiedenen Mengen Polyglyceryl-3 Methylglucose Distearate als prozentuale Abweichung zwischen den berechneten und den gemessenen Aufrahmgeschwindigkeiten



Die Ergebnisse der an der Fachhochschule Nürnberg durchgeführten Diplomarbeit bestätigen die hohe Effektivität des Emulgators und Tensidverstärkers TENSOPROT bei der Stabilisierung von Öl in Wasser Emulsionen. Die mit Hilfe einer Zentrifugalmethode (LUMIFuge®) geprüfte Stabilität von Modellemulsionen lässt erkennen, dass die mit TENSOPROT stabilisierten Emulsionen im Vergleich zu einem handelsüblichen Emulgator für kosmetische Cremes eine durchgehend höhere Stabilität aufweisen. Ausserdem lässt sich zeigen, dass bereits die Zugabe von nur 0,5 % TENSOPROT zu den üblicherweise verwendeten Anwendungsmengen des handelsüblichen Emulgators einen hohen Synergieeffekt bewirkt. Dadurch können bei unveränderter oder sogar verbesserter Stabilität der Emulsionen insgesamt die verwendeten Emulgatorkonzentrationen reduziert und somit Kosten eingespart werden. Die hier nicht dargestellten Ergebnisse der Stabilitätsprüfungen durch rheologische Messmethoden korrelieren mit den Ergebnissen der Zentrifugalmethode.