

Effiziente Herstellung von Emulsionen

Energieeffizienz und Nachhaltigkeit sind eine Herausforderung für Entwicklung und Produktion

Die Herstellung kosmetischer Emulsionen stellt eine zentrale Aufgabe der Kosmetikindustrie dar und erfordert einen hohen Grad an Präzision und Effizienz. Angesichts steigender Energiekosten und der wachsenden Nachfrage nach umweltfreundlichen Produkten ist es von entscheidender Bedeutung, innovative und nachhaltige Prozesse zu entwickeln. Ebenso gibt es entscheidende Veränderungen bei den Rezepturen. Nachhaltige Rohstoffe erfordern Anpassungen beim Handling und der Qualitätskontrolle der Kosmetikprodukte.

Nachfolgend werden zentrale Problemstellungen bei der Herstellung von kosmetischen Emulsionen im Technikum und im Produktionsmaßstab behandelt und praxisnahe Lösungsansätze vorgestellt.



Andrea Wanninger,
Hochschule Niederrhein

© Andrea Wanninger

Energieeffiziente Herstellungsverfahren

Die Implementierung energieeffizienter Herstellungsverfahren wirkt sich positiv auf die Betriebskosten und die Umwelt aus. Einige Technologien und Methoden, die hier zur Anwendung kommen, werden nachfolgend erklärt:

- **Mikrofluidische Systeme:** Diese Systeme ermöglichen die präzise Kontrolle von Mischparametern und können in vielen Fällen mit einer geringeren Energiemenge eine bessere Qualität der Emulsionen erzielen.
- **Ultraschallverarbeitung:** Der Einsatz von Ultraschall bei der Emulgierung kann zu deutlich kürzeren Verarbeitungszeiten und einer verbesserten Stabilität der Produkte führen.



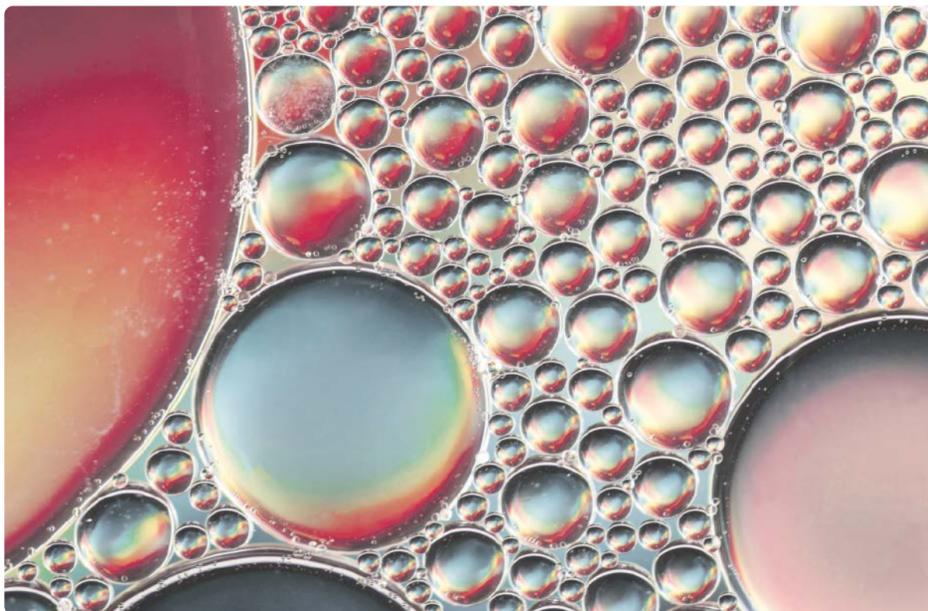
Ludger Josef Fischer,
Hochschule Luzern

© Ludger Josef Fischer

Mischprozessen verwendet werden. Mithilfe dieser Softwaretools lassen sich optimale Betriebsparameter vorab bestimmen, was Zeit und Ressourcen im Labor spart sowie die Übertragbarkeit von Rezepturen auf den Produktionsmaßstab unterstützt.

Scale-up und Scale-down

Die Übertragung von Labormustern in den Produktionsmaßstab (Scale-up) ist oft mit Unsicherheiten und Risiken verbunden. Die Konsistenz der physikalischen Eigenschaften wie Parti-



© Freepik - stock.adobe.com

Nachhaltigkeit und Dekarbonisierung

In einer Zeit, in der Nachhaltigkeit immer mehr in den Fokus rückt, sollten Unternehmen auch ihre Ansätze zur Dekarbonisierung in Betracht ziehen. Dies kann durch den Einsatz von erneuerbaren Energien geschehen. Der Betrieb von Produktionsanlagen mit Solar- oder Windenergie kann den CO₂-Fußabdruck erheblich reduzieren. Zudem tragen biologisch abbaubare, nachhaltige Rohstoffe und Rezepturen maßgeblich zu einer umweltfreundlichen Produktlinie bei. Zum Beheizen und Kühlen stehen heute effiziente Systeme zur Verfügung, die das Verbrennen fossiler Rohstoffe obsolet machen.

Viskosität sowie die viskoelastischen Eigenschaften können durch verschiedene rheologische Tests, wie die Scherratenmessung oder durch Oszillationsmessungen, ermittelt werden. Diese Daten helfen, die Zeit abzuschätzen, die für das Mischen und Homogenisieren erforderlich ist, um die gewünschten Produkteigenschaften gemäß Spezifikation zu erzielen und ermöglichen eine Kontrolle der Produktqualität.

Langzeittests und beschleunigte Stabilitätstests gewährleisten, dass die Emulsionen auch unter praxisgerechten Lagerbedingungen stabil

bleiben. Hierbei kommen u. a. verschiedene optische Methoden zum Einsatz.

Die Analyse der Partikelgrößenverteilung (PGV) ist unerlässlich für die Stabilität der Emulsionen und kann durch Verfahren wie die Laserbeugung oder dynamische Lichtstreuung durchgeführt werden. PGV ermöglicht es, ungünstige Scherbedingungen und Probleme beim Mischen zu erkennen. Mikroskopische Aufnahmen tragen zum Verständnis von Veränderungen während der Lagertests bei, um Unterschiede zwischen Labor und Produktion zu erkennen.

Unterstützung für Entwicklung und Produktion

Die effiziente Herstellung kosmetischer Emulsionen erfordert ein tiefes Verständnis der Produktionsprozesse, Materialien und Technologien. Ein interdisziplinärer Ansatz, der Forschung, Entwicklung und praktische Anwendungen kombiniert, ist der Schlüssel, um nicht nur die Effizienz der Produktion zu maximieren, sondern auch die Produktqualität zu sichern. Zukunftsorientierte Unternehmen, die diesen Herausforderungen aktiv begegnen, werden einen wichtigen Beitrag zur Nachhaltigkeit in der Kosmetikbranche leisten.

Eine kompakte Unterstützung für Personen, die sich mit der Entwicklung und Herstellung kosmetischer Emulsionen beschäftigen, ist daher erforderlich, um die unterschiedlichen hier aufgeführten Aspekte wissenschaftlich einzuordnen und Tipps für Praktiker zu geben.

Andrea Wanninger, Professorin für Organische Chemie, Hochschule Niederrhein, Krefeld

■ andrea.wanninger@hs-niederrhein.de
■ www.hs-niederrhein.de

Ludger Josef Fischer, Professor für Maschinen- und Energietechnik, Hochschule Luzern, Schweiz

■ ludger.fischer@hslu.ch
■ www.hslu.ch

Sorgfältige Auswahl, Handhabung und Dosierung der Rohstoffe sind entscheidend für die Qualität der Emulsion.

- **High Shear Homogenizer:** Der Einsatz von Dispergiermaschinen mit sehr hohen Drehzahlen ermöglicht eine erhebliche Reduzierung der Partikelgröße im Vergleich zu konventionellen Mischverfahren. Der hohe Scherbereich dieser Mischer verbessert die Dispersion der Rohstoffe und führt zu stabileren Emulsionen. Zudem lassen sich durch die Verwendung hocheffizienter Mischer die Energiekosten senken.
- **Wärmerückgewinnungssysteme:** Die Installation von Wärmerückgewinnungssystemen in der Produktion kann helfen, den Energieverbrauch zu minimieren und die Effizienz zu steigern. Prozesswärme kann oft für andere Schritte im Herstellungsprozess genutzt oder zur Beheizung von Rohstoffen angewendet werden. Die Kombination von Wärmepumpen und thermischen Speichern bietet hier vielfältige Möglichkeiten.

kelgrößenverteilung, Viskosität und Stabilität, muss auf allen Maßstäben gewährleistet werden. Dies ist jedoch nicht immer einfach, da Unterschiede in der Ausrüstung und den Mischtechnologien auftreten können.

Scherrate und Scherenergie

Die Qualität der hergestellten Emulsionen wird durch das Konzept identischer Scherrate und Scherenergie gewährleistet. Dies bedeutet, dass die



Die Sicherstellung einer konstant hohen Qualität über verschiedene Produktionsläufe hinweg stellt eine Herausforderung dar.

Bedingungen im Technikum möglichst genau auf die Bedingungen in der industriellen Produktion abgestimmt werden:

- **Identische Scherrate:** Erreichung vergleichbarer Scherraten in unterschiedlichen Dispergiergeräten durch präzise Einstellung der richtigen Drehzahl.
- **Scherenergie:** Die Scherenergie muss in beiden Größenordnungen über den gesamten Produktionsprozess gleichbleiben, um eine konsistente Produktbildung zu gewährleisten. Dies ermöglicht die Beurteilung der Energieeffizienz der Mischprozesse.

Rohstoffe und Rezepturen

Eine sorgfältige Auswahl, Handhabung und Dosierung der Rohstoffe sind entscheidend für die Qualität der Emulsion. Falsche Mengenausführungen oder ungenaue Mischverhältnisse können zu Qualitätsproblemen oder Instabilitäten führen. Besonderes Augenmerk sollte auf das korrekte Handling und die Dosierung von feinteiligen Feststoffen wie wasserquellbaren Biopolymeren oder Pigmenten gelegt werden. Auch die Komponenten der Ölphase sind in geeigneter Weise auf

den Emulgierprozess vorzubereiten, wobei je nach Zusammensetzung die Verarbeitungstemperatur abgeleitet werden kann. Die Verwendung von leistungsstarken Emulgatoren erleichtert die Emulgierung und verbessert die Stabilität der Emulsionen. Bei der Rohstoffauswahl sollte Wert auf möglichst nachhaltige Inhaltsstoffe mit maximaler Funktionalität gelegt werden. Rezepturen können hinsichtlich der Nachhaltigkeit und Reduzierung der Komplexität optimiert werden.

Qualitätskontrolle der Produkteigenschaften

Die Sicherstellung einer konstant hohen Qualität über verschiedene Produktionsläufe hinweg stellt eine weitere Herausforderung dar. Ständige Kontrollen und Tests sind erforderlich, um die Produktqualität zu garantieren, wobei die Kosten und der Zeitaufwand nicht außer Acht gelassen werden dürfen.

Durch rheologische Messungen lassen sich die Fließeigenschaften der Emulsionen quantifizieren. Die

Starke Leistung bei kompakten Maßen: Neuer Miele-Laborspüler für anspruchsvolle Zwecke

Kompakte Miele-Spüler mit 90 cm Breite bewähren sich seit mehr als zehn Jahren in chemischen und biologischen Laboren. Jetzt steht ein neues, leistungsstarkes Gerät bereit, das vernetzbar ist, Spülgut automatisch trocknet – und auch anspruchsvolle Anforderungen zuverlässig erfüllt, z.B. von Forschungseinrichtungen, verschiedensten Laboren oder aus der Industrie. Das Modell PLW 8636 ist das erste aus der Baureihe ExpertLine und zeichnet sich gegenüber der Vorgängergeneration durch technische Highlights aus, die bislang deutlich größeren Laborspülern vorbehalten waren.

Die leistungsstärkste Umwälzpumpe bei Geräten dieser Größenordnung passt sich den jeweiligen Prozessschritten an: Höhere Drehzahlen garantieren in den Reinigungsphasen mehr Pumpenleistung und eine intensive Reinigung bei kurzen Laufzeiten – für eine zuverlässige Entfernung auch von hartnäckigen Verschmutzungen. In den Spülphasen reicht hingegen oft eine niedrige Drehzahl aus, die aber dafür eine vollständige Benetzung des Spülguts sicherstellt.

Bis zu vier Dosierpumpen, die sich auf die jeweiligen Anwendungen justieren lassen, und bis zu vier kalibrierbare Durchflussmengenmesser schaffen ebenfalls beste Voraussetzungen für wiederholbare und hygienische Ergebnisse. Ebenfalls neu: Die Sprüharme sind mit Düsen an der Unter- und Oberseite ausgestattet, die in Kombination mit der leistungsstarken Pumpe ein besonders homogenes Sprühbild ermöglichen.

Mit einer um 10% stärkeren Luftleistung als beim Vorgängermodell schafft das neue Trocknungsaggregat beste Voraussetzungen, um sogar englumige Laborgläser, kleine



Erfüllt auch anspruchsvolle Aufgaben zuverlässig: der neue Laborspüler PLW 8636 aus der Baureihe ExpertLine von Miele. Er zeichnet sich durch technische Highlights aus, die bislang deutlich größeren Geräten vorbehalten waren.

Messkolben oder dünne Pipetten von innen zu trocknen. Dabei entfaltet ein vorgeschalteter und leicht zugänglicher HEPA-Filter H14 effektiv Partikel aus der Trocknungsluft.

Der Laborspüler ist über ein 7-Zoll-Farbdisplay einfach und intuitiv bedienbar. Die geneigte Oberfläche lässt sich leicht ablesen. Eine industrieprobte Steuerung mit großem Speicher bietet 24 fest installierten Programmen Platz – etwa für Pipetten oder zum Pasteurisieren. Die meisten sind in zwei Leistungsstufen verfügbar. Soll bspw. doppelt so viel Laborglas gereinigt werden, wie normalerweise üblich, lässt sich mit der „Plus“-Variante die Leistung des gewählten Programms deutlich steigern. Darüber hinaus stehen 50 weitere, frei nutzbare Plätze bereit, auf denen autorisiertes Fachpersonal aus dem eigenen Labor selbständig und flexibel neue Programme speichern kann.

Über einen Ethernet-Anschluss lässt sich der Laborspüler mit einem lokalen Netzwerk verbinden. Darüber ist auch eine Prozessdokumen-

tation, bspw. mit Hilfe der Segosoft Miele Edition, möglich. Zudem können andere Prozessdokumentationssysteme von Drittanbietern über das IP-Profil angebunden werden. Vorteile für Kundinnen und Kunden: Die vorhandene Infrastruktur ist weiterhin nutzbar, Kosten und Aufwand bleiben überschaubar.

Das Personal in Laboren kann den neuen, kompakten Spüler aufgrund der ergonomischen Beladehöhe von 80 cm bequem be- und entladen. Dafür steht mit „EasyLoad“ ein komfortables Zubehörprogramm bereit, das die automatische und sichere Positionierung von Spülgut sicherstellt. Eine separate Schublade ist für die Unterbringung von Reinigungsmitteln vorgesehen – bspw. aus der Serie ProCare Lab, die eigens für den Einsatz in Miele-Laborspülern entwickelt wurde.

■ www.miele-professional.de

Miele

GDCh.academy

„Effiziente Herstellung kosmetischer Emulsionen im Produktionsmaßstab“
5. März 2025,
Frankfurt am Main und online
Kurs: 585/25
Leitung: Andrea Wanninger,
Hochschule Niederrhein

■ www.gdch.academy

„Anwenderkurs kosmetische und pharmazeutische Emulsionen (mit Experimenten)“
6. und 7. Mai 2025, Krefeld,
Hochschule Niederrhein
Kurs 591/25
Leitung: Andrea Wanninger,
Hochschule Niederrhein