

Coriolisprinzip vereinfacht Herstellung von Multilayer-Emulsionen

Parameter für die Entwicklung komplexer Emulsionen schnell variieren



© Bürkert Fluid Control Systems/Digital S/Shutterstock.com



Thomas Heinrich,
Bürkert Fluid
Control Systems

Bei Rezepturen für stabile Emulsionen müssen kleinste Flüssigkeitsmengen sicher dosiert und variiert werden. Massendurchflussmesser und -regler, die nach dem Coriolisprinzip arbeiten, verkürzen die nötige Vorbereitungszeit für die Parametrierung bei neuen Rezepturen in Forschung, Entwicklung und in der Kleinstmengenproduktion.

Emulsionen, also feinst verteilte Gemische zweier oder mehrerer nicht mischbarer Flüssigkeiten, bieten für viele Anwendungen interessante Möglichkeiten. Die Stabilität der Emulsion sicherzustellen erfordert aber, je nach Mischung, erhebliches Know-how und ist noch immer Ziel

intensiver Forschung. Bei den benötigten Rezepturvarianten gilt es Stoffströme exakt einzuhalten – dies ist sehr zeitaufwändig. Vorteilhaft ist hier der Einsatz von präzisen Massendurchflussreglern für kleinste Flüssigkeitsmengen. Nach dem Coriolisprinzip aufgebaut ersparen die MFCs einen großen Teil der zeitintensiven manuellen Tätigkeiten. Parametrierung, Kalibrierung sowie das Abwiegen entfallen und beschleunigen so die Emulsionsentwicklung enorm.



Massendurchfluss viskoser Medien messen

Die Pharma- und Lebensmittel- sowie die Kosmetikindustrie verwenden schon immer Emulsionen für unterschiedlichste Zwecke. Ob Creme, Milch, pflanzliche Drinks oder Mayonnaise, hergestellt nach bewährtem Rezept oder neue moderne Emulsionen – ein stabiles Gemisch aus eigentlich nicht mischbaren Substanzen kann völlig neue Möglichkeiten eröffnen. Das gilt zunehmend auch für viele technische Anwendungen wie z.B. umweltfreundliche Bohr- und Schmieremulsionen. Die Forschung

◀ **Abb. 2: Massendurchflussmesser (links) und Massendurchflussregler (rechts) bieten ein enormes Beschleunigungspotenzial für die Entwicklung neuer Emulsionen.**

◀ **Abb. 1:** Während klassische Emulsionen meist im Tröpfchen nur einen Stoff mit einer Hülle umgeben, sind heute zunehmend auch Doppel- oder Multi-layer-Emulsionen gefragt.

zu neuen, funktionellen und komplexen Emulsionen mit mehreren Stoffen oder Tröpfchen mit drei und mehr Schichten steht aber noch ganz am Anfang und benötigt viel Zeit (Abb. 1). Eine möglichst weitgehende Automatisierung aller manuellen Tätigkeiten kann den Prozess jedoch deutlich beschleunigen. Entwicklungsteams werden von Routinearbeiten entlastet und haben mehr Zeit für die Erarbeitung neuer Rezepturen. Hier bieten bspw. die nach dem Coriolisprinzip arbeitenden Massendurchflussregler (MFC) und Massendurchflussmesser (MFM) einen enormen Zeitgewinn bei der Entwicklung neuer Stoffgemische bzw. deren Herstellung in größerem Maßstab (Abb. 2). Denn diese Systeme kommen ohne gravimetrische Messmethoden aus und müssen nicht wie Pumpensysteme aufwendig kalibriert und parametrisiert werden. Die gewonnene Zeit lässt sich für das Erproben neuer Emulsionen nutzen.

Emulsion, was ist das?

Die klassische Emulsion ist ein Zweistoffgemisch und besteht aus Wasser und Öl. Je nach Zusammensetzung ergeben sich schon bei gleichen Ingredienzien völlig unterschiedliche Eigenschaften. Bei Butter ist bspw. Wasser im Fett verteilt, bei Milch dagegen die Fettkomponente im Wasser. Auch bei der Tröpfchengröße gibt es erhebliche Unterschiede. Die Stabilität einer Emulsion hängt stark mit der Größe der einzelnen Tröpfchen zusammen (Abb. 3). Je kleiner die Tröpfchen, umso stabiler ist die Emulsion und umso länger ist die Haltbarkeit des Produkts. Weitere Einflussfaktoren sind die eingesetzten Emulgatoren. In klassischen Emulsionen ist in den Tröpfchen meist nur ein Stoff von einer Hülle umschlossen. Dagegen

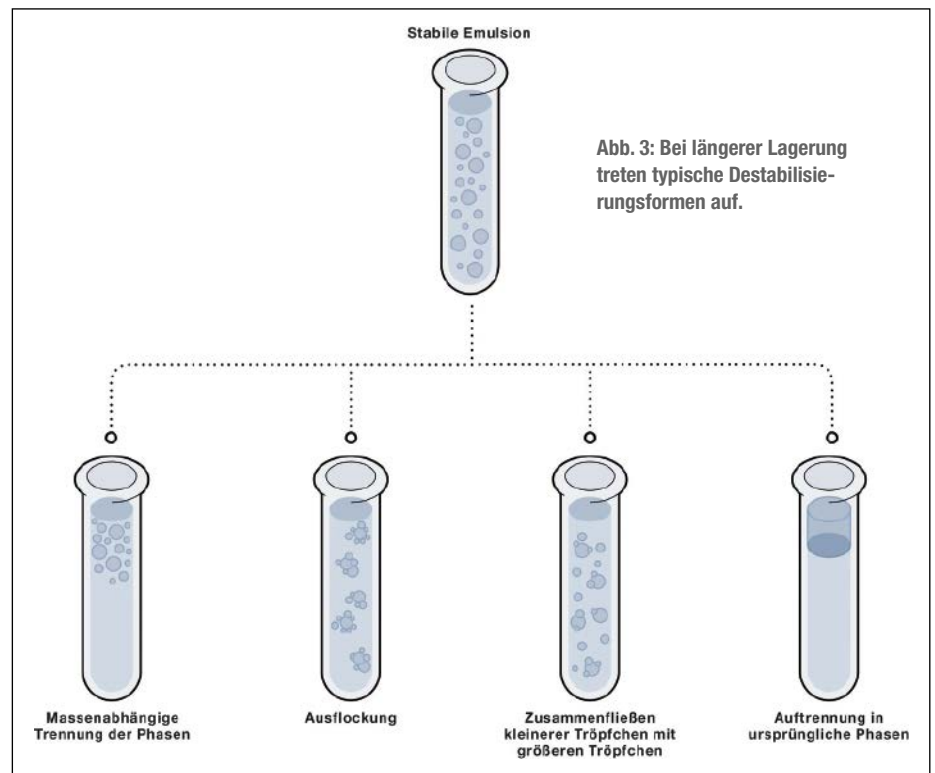


Abb. 3: Bei längerer Lagerung treten typische Destabilisierungsformen auf.

sind bei modernen Emulsionen heute zunehmend auch Doppel- oder Multilayer-Emulsionen Ziel der Forschung.

Forschung und Upscaling

So unterschiedlich wie die eingesetzten Stoffe und die Anwendungsgebiete sind auch die nötigen Herstellungsbedingungen für die einzelnen Emulsionen. Zusätzlich erschwert wird die genaue Rezepturerstellung dadurch, dass die im Kleinmaßstab gefundenen idealen Rezepturen beim späteren Upscaling für größere Produktmengen den neuen Produktionsbedingungen angepasst werden müssen. Beiden Bereichen gemeinsam sind langwierige Standardoperationen. Da es noch keine konventionelle großtechnische Herstellung für

langzeitstabile bzw. Multilayer-Emulsionen gibt, rücken als vielversprechende Herstellungsmethode mikrofluidische Systeme zunehmend in den Blickpunkt der Forschung. Während bei herkömmlichen Emulsionen die beiden Ausgangsprodukte und der Emulgator in entsprechender Menge einfach zusammengegossen werden und sich mit einem hochtourigen Rührer emulgieren lassen (Abb. 4), stellen die neuen Systeme höhere Anforderungen. Alle Stoffströme müssen während der Produktion permanent exakt nach der vorliegenden Rezeptur nachgeregelt werden (Abb. 5). Der klassische Weg über Druckmessung und kalibrierte Düsen erfordert oft umfangreiche Umbauten und erlaubt nur stufenweise Änderungen. Auch gravimetrische Methoden erfordern für das Wiegen

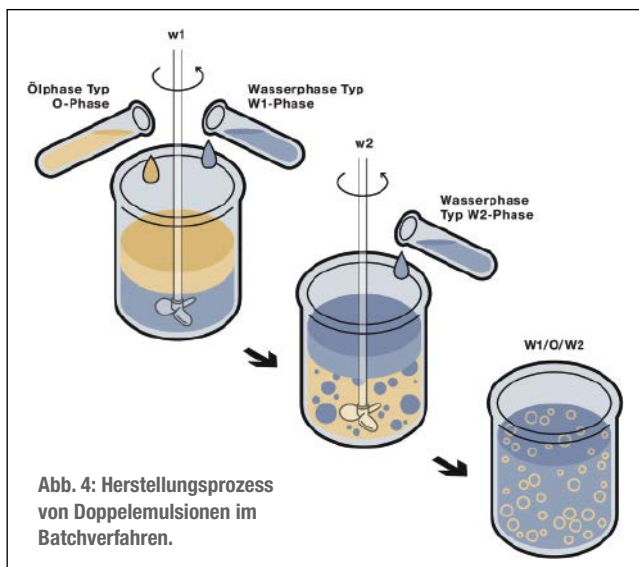


Abb. 4: Herstellungsprozess von Doppel-Emulsionen im Batchverfahren.

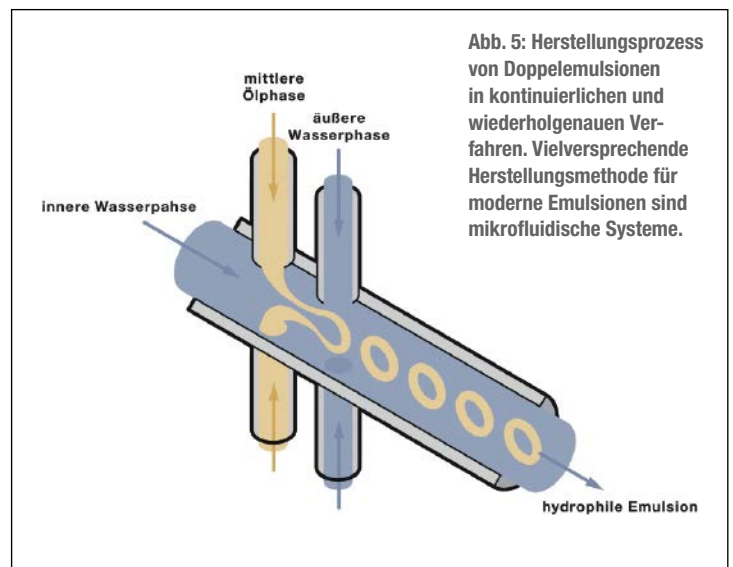


Abb. 5: Herstellungsprozess von Doppel-Emulsionen in kontinuierlichen und wiederholgenauen Verfahren. Vielversprechende Herstellungsmethode für moderne Emulsionen sind mikrofluidische Systeme.

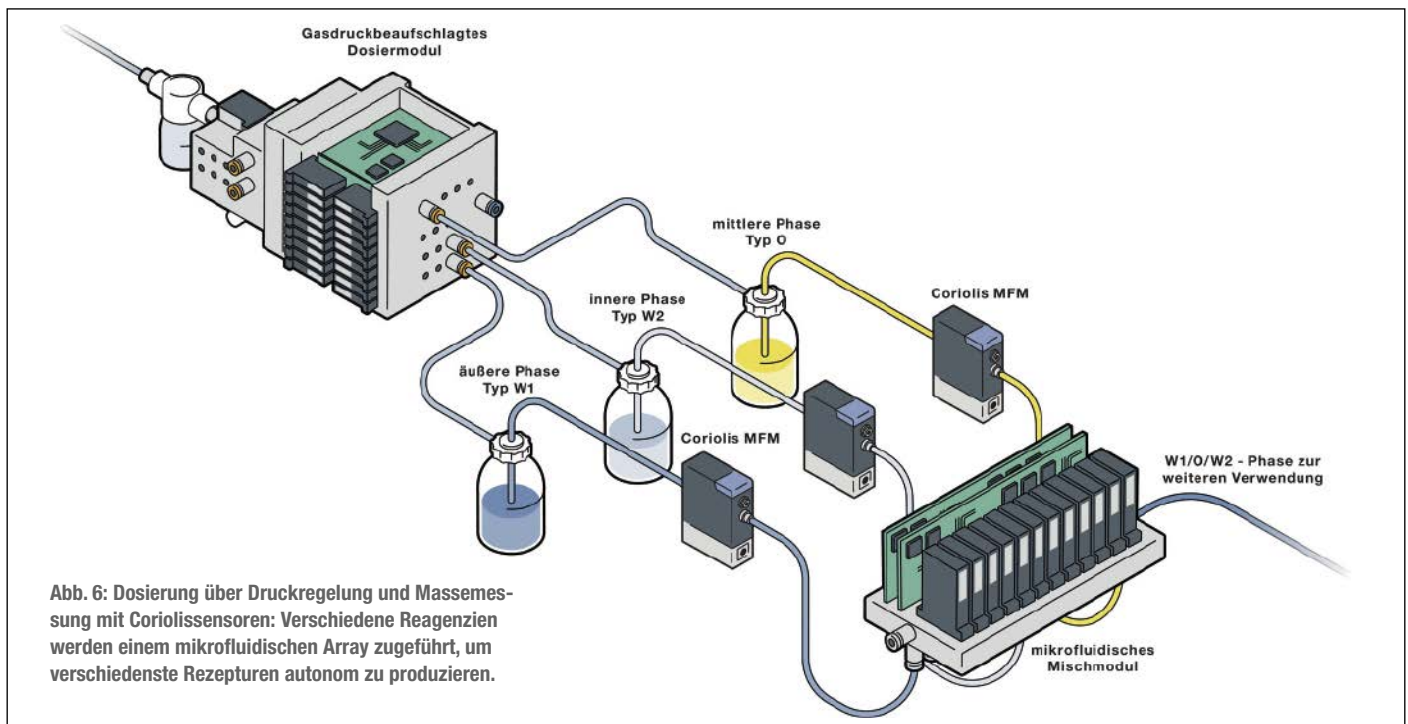


Abb. 6: Dosierung über Druckregelung und Massemessung mit Coriolissensoren: Verschiedene Reagenzien werden einem mikrofluidischen Array zugeführt, um verschiedenste Rezepturen autonom zu produzieren.

einen erheblichen Zeitaufwand. Da bei mikrofluidischen Systemen die Herstellung größerer Mengen nur durch parallelen Einsatz mehrerer Reaktoren möglich ist, vervielfältigt sich der Zeitaufwand. Auch ist bei jeder Änderung der Mengenverhältnisse ein manueller Eingriff nötig.

Automatisierung spart Zeit

Ersetzt man die manuellen Tätigkeiten durch vollautomatische Massestrombestimmung per Coriolissensoren, so erscheint das nur auf den ersten Blick aufwendig. Die Coriolissensoren verursachen zwar höhere Anfangsinvestitionen als eine manuelle Ausrüstung fürs Wiegen oder die Druck- und Volumenbestimmung, sparen dafür jedoch im Betrieb massiv Arbeitszeit und Kosten ein. Damit amortisiert sich die Investition in kurzer Zeit. Da die Massebestimmung kontinuierlich arbeitet, können bei Versuchen kontinuierliche Testreihen nahtlos aneinandergereiht werden. Setzt man Massendurchflussregler ein, werden viele Parametrierschritte unnötig. Werden Massendurchflussmesser- und

-regler mit großem Mess- und Dosierbereich wie bspw. die MFC/MFM Typ 8756 (0,01 bis 25 kg/h) von Bürkert Fluid Control Systems eingesetzt, lässt sich der gesamte Bereich vom Labor bis hin zur Kleinproduktion abdecken (Abb. 6). Statt sich einer aufwendigen Parametrierung und Kalibrierung zu widmen, können sich die Forschenden auf ihre Kernkompetenz, die Rezepturerstellung bzw. Verbesserung der Reaktoren, konzentrieren. Da Bürkert anwendungsspezifisch auch komplette Regelsysteme für Flüssigkeiten und Gase mit aufeinander abgestimmten Komponenten aus einer Hand bietet, lassen sich sogar automatische Testanlagen umsetzen (Abb. 5). Die Rezepturen werden vorgegeben und die Anlage stellt die jeweils gewünschten Emulsionen autonom z.B. über Nacht her. Produktionsverlauf und Ergebnis werden protokolliert und am nächsten Tag für die weiteren Testreihen ausgewertet. Ein solches Vorgehen spart enorm Zeit und verkürzt die Time-to-Market drastisch. Alle Rezepturen der einzelnen Versuchsreihen können dabei

über die Anbindung der MFCs/MFMs direkt dokumentiert werden. Die automatische Dokumentation erlaubt auch eine einfache Qualitätssicherung in der späteren Produktion, alle relevanten Messwerte werden digital an das Leitsystem übermittelt und dokumentiert.

Der Autor

Thomas Heinrich, Application & Portfolio Management
Gas, Bürkert Fluid Control Systems

Bilder © Bürkert Fluid Control Systems /

Bürkert Fluid Control Systems/Dipali S/Shutterstock.com

Diesen Beitrag können Sie auch in der Wiley Online Library als pdf lesen und abspeichern:
<https://dx.doi.org/10.1002/citp.202100917>

Kontakt

Bürkert Fluid Control Systems, Ingelfingen
Tel.: +49 7940 10 0
info@buerkert.de · www.buerkert.de

Für den Einsatz in hygienischen sowie kontaminationssensiblen Bereichen

Zu Achema Pulse präsentierte Eirich den Labor-mischer Cleanline C5. Das Gerät eignet sich zum Mischen, Desagglomerieren, Dispergieren, Granulieren, Coaten, Kneten sowie Trocknen. Mit diesem Allround-Gerät können gleich mehrere Verfahrensschritte miteinander kombiniert und präzise durchgeführt werden. Durch den weiten Drehzahlbereich von Wirlern und Behälter sowie die Einsatzmöglichkeit diverser Mischwerkzeuge, ist die Maschine flexibel einsetzbar und die Aufbereitungszeiten werden verkürzt. Mit dem CleanLine C5 haben hat der

Hersteller nun auch für hygienische und kontaminationssensible Bereiche eine Maschine im Angebot, die die hohen Anforderungen der Lebensmittel- und Pharmabranche sowie der Chemie/Feinchemie erfüllt. Dabei liegen die Vorteile des neuen 5-Liter Prozessors für Laboranwendungen klar auf der Hand: Das Eirich-Mischprinzip sorgt in einer Maschine für die verschiedensten Verfahren und mit hoher Intensität für optimale Mischresultate. Stark verkürzte Aufbereitungszeiten und niedriger Energieverbrauch bringen außerdem mehr Effizienz und CO₂-Ersparnis.

Der Einsatz in hygiesensiblen Bereichen ist durch die Verwendung von zugelassenen Materialien und einem smarten Design garantiert. So ist auch eine schnelle und gründliche Reinigung möglich.

Kontakt

Maschinenfabrik Gustav Eirich GmbH & Co KG, Hardheim
Tel.: +49 6283 510
eirich@eirich.de · www.eirich.de