



CHARAKTERISIERUNG EINER DISPERSION IN DREI SCHRITTEN *DISPERGIERBARKEIT | HALTBARKEIT | REDISPERGIERBARKEIT*

Was ist Formulierung?

Formulieren ist die Wissenschaft des Mischens verschiedener Komponenten, um die gewünschten Eigenschaften oder Spezifikationen zu erreichen. Die Zutaten sind oft nicht kompatibel und müssen nach einem speziellen strengen Verfahren gemischt werden, um eine einheitliche und dauerhafte Struktur zu erhalten. Diese Aufgabe ist bei der Formulierung mit natürlichen Inhaltsstoffen noch schwieriger. Die ständige Notwendigkeit, neue Formulierungen zu entwickeln oder bestehende Formulierungen anzupassen, erfordert eine gründliche Überwachung der Formulierungseigenschaften.

Was ist die Wissenschaft des Formulierens?

Die Zusammensetzung der Formulierung kann wie folgt zusammengefasst werden:

- **Flüssige kontinuierliche Phase**, Wasser ist das am häufigsten verwendete Lösungsmittel, aber nicht das einzig mögliche.
- **Dispergierte Phase**: flüssig, fest oder gasförmig. Die Besonderheit dieser Phase besteht darin, dass sie sich mit der kontinuierlichen Phase nicht mischt. Die Partikel-/Tröpfchengröße kann von wenigen nm bis hin zu sichtbaren Partikeln variieren und die Konzentration reicht von ppm bis zu 95%. Diese Phase ist diejenige, die der

Formulierung die gewünschten Endbenutzereigenschaften verleiht (z.B. Feuchtigkeitscreme, Beschichtungseigenschaften, Medikamente, Ernährung).

- **Stabilisatoren** sind eine der Schlüsselkomponenten der Formulierung. Sie sind unerlässlich, um die Dispersion zu kontrollieren, die gewünschte Partikelgröße zu erreichen und eine "stabile" Formulierung aufrechtzuerhalten. Heutzutage ist die Anzahl der Möglichkeiten sehr groß und hängt von der Anwendung ab. Tenside waren und sind die am häufigsten verwendeten Stabilisatoren. Sie stammen entweder aus chemischer Synthese oder

aus natürlichen, nachwachsenden Rohstoffen. Jüngste Studien drängen darauf, neue Polymere und Biopolymere, Proteine und sogar andere Partikel als Stabilisatoren zu verwenden.

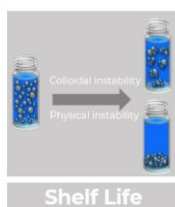
- **Zusatzstoffe:** werden hinzugefügt, um die Eigenschaften anzupassen, sind jedoch für die Wertschätzung des Benutzers unerlässlich (Viskosität, Geruch, Farbe, Textur). Solche Additive können eine Affinität entweder zur kontinuierlichen Phase, zur dispergierten Phase oder zur Grenzfläche haben.

Formulierungen können über 50 verschiedene Inhaltsstoffe enthalten, und die Feinabstimmung der Zusammensetzung ist der Schlüssel zu einer hochwertigen Formulierung. Während der Entwicklungsphase ist es von großer Bedeutung, auch den Prozess, die Verpackung und Ausgabe, die Lagerbedingungen und die Verwendungsbedingungen zu berücksichtigen. Die Formel muss für all diese externen Parameter angepasst werden.

Schritte zur Charakterisierung der Formulierung

Unabhängig davon, ob Sie Farben, elektronische Schlämme, Kosmetika, Lebensmittel oder pharmazeutische Suspensionen formulieren, gibt es 3 entscheidende Schritte, die mit der Lebensdauer der Formulierung verbunden sind und für eine vollständige Formulierungscharakterisierung berücksichtigt werden müssen.

Partikel dispergieren



Dispergierbarkeit ist die Fähigkeit, Partikel (entweder fest, flüssig oder gasförmig) in der kontinuierlichen Phase so zu "suspendieren", dass sie gleichmäßig über das gesamte Volumen verteilt werden und ihre ursprüngliche Größe beibehalten können. Sie kann als Grundstein des Formulierungsprozesses angesehen werden und wird beeinflusst von:

- Lösemittelaaffinität zu den Partikeln
- Wechselwirkungen zwischen der kontinuierlichen Phase und dem Stabilisator
- Wechselwirkungen zwischen den Stabilisatoren und Partikeln
- Stabilisatorabdeckung der Schnittstelle
- Zubereitungsprozess: verwendetes Mischwerkzeug, Zeit und Geschwindigkeit des Mischens

Eine schlechte Dispergierbarkeit hat einen erheblichen Einfluss auf die Spezifikation des Endprodukts, da die Partikel-/Tröpfchengröße und -homogenität die Gesamtstabilität und damit die Haltbarkeit der Farben für Tinten, die Polier-effizienz für CMP-Schlämme, den Geschmack für aromatisierte Lebensmittelemulsionen usw. beeinflusst.

Die Überwachung der Dispergierbarkeit spart Zeit bei der Formulierungsentwicklung und Entscheidungsfindung. Das Dispergierbarkeitsverhältnis (Dr) ist der am besten geeignete Parameter, um zu beurteilen, ob die Partikelgröße in einer Suspension der sogenannten "Primärpartikelgröße" entspricht.



Stabilität und Haltbarkeit

Gut dispergierte Partikel innerhalb des erforderlichen Größenbereichs müssen für die Dauer der Verwendung der Formulierung in diesem Zustand verbleiben. Daher ist die Stabilität der nächste wichtige Parameter, den es zu berücksichtigen gilt. Stabilität ist in der Tat die Fähigkeit der Formulierung, den Dispersions-



Dispergierbarkeit: Grundstein der Formulierung

zustand unter Lagerungs- und Verwendungsbedingungen mit vordefinierten Kriterien und über einen bestimmten Zeitraum aufrechtzuerhalten. Die meisten, wenn nicht sogar alle Dispersionen sind, thermodynamisch instabil, und mit der Zeit ist mit einer Destabilisierung zu rechnen. Es gibt verschiedene Destabilisierungsphänomene unterschiedlicher Ursache, die in zwei Hauptkategorien eingeteilt werden können

- Größenwachstum

Agglomeration-Aggregation, Koaleszenz, Ostwald-Reifung

- Partikel-/Tröpfchenmigration

Sedimentation, Aufschäumen, Phasentrennung, Entmischung

Thermodynamisch gesehen gibt es keine "stabile" Formulierung (außer bei Mikroemulsionen). Ein gewisses Maß an Destabilisierung (in der Regel nicht visuell beobachtet) über einen bestimmten Zeitraum ist jedoch akzeptabel. Die akzeptable Abweichung und der "Zeitraum" werden je nach Endanwendung definiert und können von Minuten (Inhalatoren, Impfstoffe...) bis zu mehreren Jahren (Kosmetika oder Farben...) variieren. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, das Ausmaß der auftretenden Phänomene ständig zu überwachen und zu quantifizieren. Dies kann mit Hilfe des Turbiscan Stabilitäts Index erfolgen, der es ermöglicht, Formulierungen zu einem bestimmten Zeitpunkt auf der Grundlage der globalen Destabilisierung zu quantifizieren und zu ordnen.



Resuspension: "Gut schütteln"-Strategie

Bei einigen Anwendungen sind die unvermeidlichen Destabilisierungen reversibel. Farben, Injektionsmittel und Milchgetränke sind nur einige Beispiele für solche Formulierungen. Sie müssen vor der Verwendung geschüttelt werden.

- *Würde das manuelle Schütteln ausreichen, um die Formulierung wieder gut zu dispergieren?*
- *Wie lange sollte es geschüttelt werden?*

- *Welche Methode soll verwendet werden: Rühren, Schütteln, Mischen, Ultraschallbad?*
- *Kann die Formulierung in ihren ursprünglichen Dispersionszustand zurückkehren?*

All diese Fragen müssen berücksichtigt und die Empfehlungen an den Benutzer gegeben werden. Muss eine Formulierung erneut angesetzt werden können Parameter wie Größe, Stabilität und Redispergierung immer wieder untersucht werden. Beim Redispergieren ist es von großem Interesse zu verstehen, ob die Formulierung ihren ursprünglichen Zustand und ihre ursprünglichen Eigenschaften wieder erreichen kann. Wie viele dieser "Lebenszyklen" kann die Formulierung unterstützen, bevor die Destabilisierung irreversibel ist und welche Lagerbedingungen müssen eingehalten werden?

TURBISCAN: Der Globale Ansatz

Die TURBISCAN-Technologie ist die umfassendste Lösung für die Charakterisierung von Formulierungen: von der Dispergierbarkeit, der durchschnittlichen Partikelgröße, der Stabilitätsquantifizierung und -überwachung bis hin zu Redispergierungsstudien.

Dispergierbarkeit und Partikelgröße werden mit einer einzigen Messung (30 Sekunden und einem Online-Modul) gemessen, ohne Verdünnung oder Probenvorbereitung.

Die Stabilität ist bis zu 100-mal schneller als mit dem bloßen Auge erkennbar und bietet ein vollständiges Verständnis der Destabilisierungsmechanismen, des Stabilitätsrankings und der vergleichenden Stabilitätsvorhersage.

Die Fähigkeit zur Redispergierung können untersucht werden. Der Zusammenhang von Mischenergie und -zeit können bewertet und optimiert werden, um vor der Verwendung die beste Qualität zu gewährleisten.

Schlussfolgerung

TURBISCAN ist ein einzigartiges Werkzeug, das eine vollständige Charakterisierung Ihrer Formulierungen mit einem breiten Anwendungs-spektrum ermöglicht.



ELECTRONICS



POLYMERS



RAW MATERIALS



PHARMACEUTICAL



HOME & PERSONAL CARE



FOOD & BEVERAGES



AGROCHEMICALS



PAINT & INKS



TURBISCAN **RANGE**

The world leader in Stability & Dispersibility Analysis